

Emissions fluorées et organisme humain au voisinage d'une industrie d'Aluminium à Chippis

Thèse

présentée à la Faculté de médecine
de l'Université de Genève
pour obtenir le grade de Docteur en médecine

par

Georges DUPUIS
de Martigny (Valais)

Thèse N° 3663

SIERRE
Imprimerie Schoechli
1978

UNIVERSITÉ DE GENÈVE
DÉPARTEMENT DE MÉDECINE

FACULTÉ DE MÉDECINE
Professeur B. COURVOISIER

Emissions fluorées et organisme humain au voisinage d'une industrie d'Aluminium à Chippis

Thèse

présentée à la Faculté de médecine
de l'Université de Genève
pour obtenir le grade de Docteur en médecine

par

Georges DUPUIS
de Martigny (Valais)

Thèse N° 3663

SIERRE
Imprimerie Schoechli
1978

La Faculté de médecine, sur le préavis du professeur
Bernard COURVOISIER
autorise l'impression de la présente thèse, sans prétendre par là
émettre d'opinion sur les propositions qui y sont énoncées.

GENÈVE, le 28 mars 1978

Thèse N° 3663

Le doyen :

André Cruchaud
vice-doyen



A Monsieur le Professeur B. Courvoisier (Département de Médecine, Hôpital Cantonal, Genève), nous témoignons notre reconnaissance pour avoir bien voulu nous intégrer dans son équipe du Centre d'Etude des Maladies Ostéo-articulaires et pour nous avoir judicieusement conseillés tout au long de ce travail.

A notre chef, le Docteur W. Dettwiler (Département de Médecine, Hôpital de Sion), nous exprimons nos sentiments de profonde gratitude pour la bienveillance avec laquelle il a non seulement dirigé ce travail mais y a aussi activement participé.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

TABLE DES MATIERES =====

	PAGES
I INTRODUCTION.	6
II COLLECTIFS, PLAN D'INVESTIGATION ET METHODES.	14
III RESULTATS:	21
1 - Examen clinique.	
2 - Examens de laboratoire.	
3 - Examen radiologique.	
4 - Minéralométrie.	
5 - Fluoruries.	
6 - Fluor dans l'eau.	
7 - Fluor dans l'air.	
8 - Enquête alimentaire.	
IV DISCUSSION.	49
V CONCLUSION.	65
VI RESUME.	66
VII BIBLIOGRAPHIE.	69
REMERCIEMENTS.	76
TABLE DES MATIERES.	77

I INTRODUCTION

=====

A) BUT DU TRAVAIL

Les religieuses du couvent des Bernardines, à G ronde, représentent en Valais une communauté particulièrement exposée aux émanations de fluor puisqu'elles habitent sur une colline située à moins de 500 mètres à vol d'oiseau au nord-est de l'usine d'aluminium de Chippis.

Monastère de G ronde

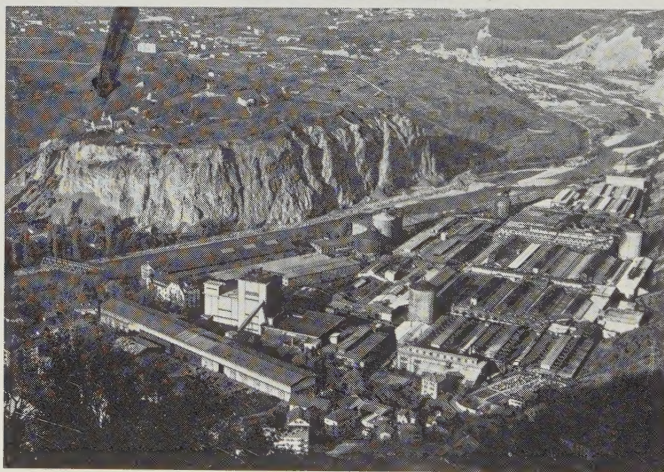


Figure : 1

Situation du couvent de G ronde face aux usines d'aluminium de Chippis.

Désirant étudier le rôle des émissions fluorées sur l'organisme humain au voisinage de ces industries, nous avons donc comparé les religieuses de Gérode à 2 groupes témoins : le personnel féminin de l'hôpital de Sion et les religieuses du couvent des Bernardines à Collombey. (Situation géographique : cf. Fig. 7, p. 59).

Ce travail est une réponse à une inquiétude populaire née de la polémique sur les méfaits des émissions fluorées dans l'agriculture valaisanne; il est la suite logique et s'intègre dans une plus vaste étude centrée sur la fluorose industrielle, étude entreprise depuis de nombreuses années dans le cadre du CEMO (Centre d'Etude des Maladies Ostéo-articulaires de la Faculté de Médecine de Genève) dirigé par le Professeur B. Courvoisier (Département de Médecine, Hôpital Cantonal, Genève).

Le Valais est en effet le siège de trois usines d'aluminium : Steg, Chippis et Martigny. L'expertise d'ouvriers travaillant dans ces usines avait fait apparaître des lacunes dans les critères de diagnostic de la fluorose. Ces lacunes ont pu être comblées et la définition de la fluorose a pu être précisée grâce au groupe interdisciplinaire que représente le CEMO : des dosages fidèles du fluor osseux (Prof. C.-A. Baud), des examens histologiques de l'os (Prof. R. Lagier), une estimation de la densité osseuse par la minéralométrie (Prof. A. Donath) et surtout l'esprit de synthèse du Dr M.-A. Boillat ont permis d'apporter une lumière nouvelle sur l'aspect de la fluorose industrielle en Suisse. Nous nous référons largement aux travaux de Boillat et coll. tout au long de notre étude.

B) ORIGINE DES EMISSIONS FLUOREES

La fabrication d'aluminium métallique fait appel à l'électrolyse d'oxyde d'alumine (Al_2O_3) en présence de cryolithe (Na_3AlF_6). La fusion de l'aluminium n'a lieu qu'à plus de 2000 degrés. Mais en présence de cryolithe, l'aluminium fond à 970 degrés : d'où une économie appréciable d'électricité. Le principe consiste donc à mélanger la poudre d'alumine à la poudre de cryolithe dans des fours d'électrolyse et à récolter l'aluminium fondu. Ce processus continu implique une recharge régulière du four en oxyde d'alumine aussi bien qu'en cryolithe, fluorure d'aluminium et fluorure de sodium. Au cours de ces différentes opérations, des quantités appréciables de fluor se répandent dans les halles d'électrolyse puis se dégagent en partie dans l'atmosphère après avoir passé à travers des systèmes de filtres.

C) METABOLISME DU FLUOR

Rappelons ici, très brièvement, quelques notions récentes concernant l'absorption, la distribution et l'élimination du fluor.

L'absorption rapide des fluorures, qui s'effectue probablement par simple diffusion tout au long du tractus gastro-intestinal, peut être considérée comme complète pour les fluorures solubles présents dans l'eau de boisson et de 80 % environ pour ceux qui se trouvent dans l'alimentation de l'homme (12,44). Tel n'est cependant pas le cas pour le fluor que l'on trouve solidement fixé par une covalence organique dans certains produits, comme par exemple, quelques anesthésiques ou corticoïdes synthétiques. Dans ces cas, le fluor n'est pas disponible pour l'organisme (20,21). Il n'existe non plus aucun danger d'absorption de fluor à partir de l'utilisation de solutions de rincage ou de dentifrices fluorés (22). D'autre part rappelons que dans certaines situations l'inhalation d'émanations fluorées est suivie d'une absorption au niveau des voies respiratoires.

A ce sujet Dinman a récemment proposé un schéma résumant l'absorption et la distribution du fluor dans l'organisme chez certains ouvriers de l'industrie de l'aluminium (14). Tout en sachant que ce modèle n'est pas applicable tel quel dans d'autres situations que celle étudiée par l'auteur, il est tout de même intéressant de remarquer que la taille des particules inhalées joue un grand rôle dans leur rétention.

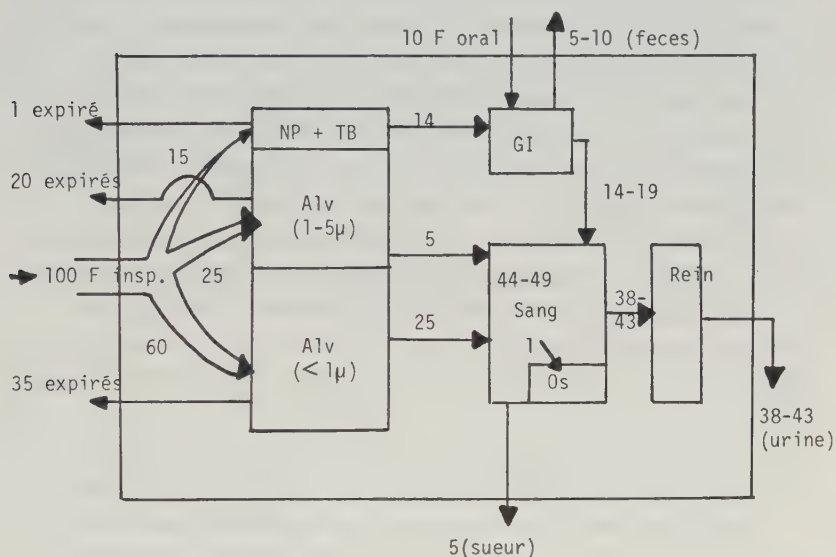


Figure : 2

Absorption, distribution et élimination du fluor chez l'ouvrier selon Dinman. Explication : voir texte.

Ainsi par exemple la plus grande partie des particules fluorées de plus de 5μ est arrêtée au niveau du nasopharynx (NP) et de l'arbre trachéo-bronchique (TB) puis déglutie et absorbée dans le tractus gastro-intestinal (GI). Par contre les particules plus petites que 5μ atteignent les alvéoles (Alv) mais sont en partie expirées aussitôt. Ainsi, pour

donner un ordre de grandeur et dans une situation bien précise, Dinman a estimé aproximativement que sur une centaine de particules fluorées de tailles diverses inspirées (100 F inspir.), un peu plus de la moitié environ est expirée, le reste étant finalement retrouvé dans le sang.

Une fois absorbé, le fluor se trouve dans le plasma. Les méthodes modernes d'analyse par électrode spécifique (25) ont permis de montrer que les valeurs normales de F^- ionisé dans le plasma sont situées entre 0,01 et 0,03 mg/litre (= ppm). Ces taux varient peu selon l'âge et le sexe (29,42). Il n'y a pas de différence significative entre les concentrations dans le sérum et le plasma (29). Ajoutons que seul le 10 à 20 % du fluor total dans le sérum humain est sous forme de ion fluor inorganique et non lié aux protéines sériques (21). Mis à part l'urine, les autres humeurs de l'organisme ont des taux de fluor identiques à ceux du plasma (2). On sait que ces concentrations de fluor peuvent avoir soit un effet inhibiteur sur certains systèmes enzymatiques (phosphatase acide, ATPases, par ex.) soit une action activatrice sur d'autres systèmes (lipases, adényl-cyclase par ex.). Si ces modes d'action commencent à être bien connus in vitro, il n'en n'est pas de même in vivo.

A l'état d'équilibre dynamique, seule une extrêmement faible partie du fluor absorbé est déposé dans l'os, le reste étant excrété par les reins. Finalement le 96 % environ du fluor présent dans le corps se trouve dans les tissus minéralisés. Le fluor est incorporé dans le réseau cristallin où il se substitue au ion hydroxyle. Bang et Baud ont étudié les effets de l'ingestion de fluor sur la substance minérale de divers os de sujets humains fluorotiques ou ostéoporotiques traités par le fluor. Ils ont également mis en évidence la distribution topographique du fluor par l'analyse à la microsonde électronique : " On constate différentes répartitions du fluor en liaison avec le remaniement du tissu osseux soit une forte concentration dans l'os nouvellement déposé et une faible quantité dans l'os existant avant le commencement de l'administration de cet élément. Le fluor est particulièrement concentré au niveau des ostéones tachetés dans les cas de fluorose endémique".

La variation de la concentration du calcium et du phosphore en fonction de la concentration du fluor a également été évaluée par ces auteurs à l'aide de la microsonde sur des os humains ostéoporotiques. Ces résultats montrent une tendance à l'augmentation du calcium et du rapport Ca/P, en fonction de la teneur en fluor du tissu osseux (5). La demi-vie du fluor dans l'os est de plusieurs années.

Quant à l'excrétion du fluor, rappelons d'abord simplement que, selon Peters (44), rien n'indique que des quantités notables de fluorures pourraient être excrétées par l'intestin et les matières fécales. De même l'excrétion des fluorures par la sueur est négligeable. En fait, les fluorures sont excrétés par filtration glomérulaire. Une partie des ions filtrés subit cependant une réabsorption tubulaire. Le 20 % environ d'une dose ingérée est retrouvée dans les urines 3 heures plus tard. Il est actuellement bien établi qu'à l'état d'équilibre dynamique, la quasi totalité des fluorures absorbés à partir du tractus gastro-intestinal ou des muqueuses respiratoires est excrétée dans l'urine 24 heures plus tard. Cependant, citons un certain nombre de circonstances dans lesquelles l'excrétion urinaire des fluorures n'en reflète pas l'ingestion : augmentation ou baisse brusque de l'ingestion quotidienne de fluorures, enfance, adolescence.

Concernant l'ingestion quotidienne de fluor, citons une étude récente (49) effectuée aux USA dans des régions où l'eau de boisson contient 1,0 ppm de fluor : l'apport en fluorures de l'alimentation, y compris le lait et l'eau utilisée pour la préparation de la nourriture, est de 0,8 à 0,9 mg par jour. Suivant la quantité d'eau ingérée en plus, la prise totale de fluorures peut s'élever jusqu'à des valeurs de 2,1 à 2,4 mg par jour. Kramer en 1974, dans une vaste étude (33) concernant également l'ingestion quotidienne de fluor dans différentes régions des USA, a montré que le contenu en fluor de l'alimentation, à l'exclusion de l'eau de boisson, va de 1,7 à 3,4 mg par jour dans les zones où l'eau est fluorée et se situe approximativement à 1,0 mg par jour dans les zones où l'eau n'est pas fluorée. De telles études n'ayant pas été faites dans notre pays, nous en sommes réduits à estimer l'ingestion

quotidienne de fluor d'après les fluoruries de 24 heures. Dans notre pays, un travail de Wespi (60) a montré que les valeurs moyennes d'excrétion urinaire de fluor par 24 heures sont de 0,89 mg environ avec une eau contenant 1,0 ppm de fluor et de 1,04 mg environ avec un sel fluoré à 250 mg F/kg. Boillat (9), dans un groupe de femmes à Genève, donne des valeurs de 0,580 mg/24 heures. Citons finalement la récente étude de Peters et coll. (45) sur l'excrétion urinaire de fluorures chez des habitants du canton de Vaud ingérant uniquement du sel alimentaire fluoré à 250 mg F⁻/kg, comparée à celle d'habitants de communes limitrophes ingérant du sel non fluoré : chez les sujets vaudois l'excrétion urinaire par 24 heures (calculée sur la base des excrétions en créatinine " normales " trouvées en Suisse) a été de 0,76 et chez les sujets non-vaudois de 0,40 mg/24 heures. Ces chiffres sont légèrement plus élevés (1,14 et 0,60 respectivement) si l'excrétion urinaire par 24 heures est calculée sur la base des excrétions en créatinine " normales " trouvées aux USA. Nous reviendrons dans la discussion sur ces différents modes d'expression des fluoruries.

D) FLUOROSE

Différentes formes de fluorose sont habituellement décrites :

- * La fluorose professionnelle ou industrielle dont une description de 43 cas rencontrés dans notre pays vient d'être faite par Boillat et coll. (9). En résumé disons que " la symptomatologie présentée par ces ouvriers de l'industrie de l'aluminium est essentiellement de type rhumatismal et que l'examen clinique frappe essentiellement par une atteinte de l'appareil locomoteur sous forme de douleur et de raideur articulaires ". Si le dosage du fluor urinaire (reflétant la charge de l'organisme en fluor) ainsi que l'examen radiologique (montrant surtout des foyers d'ossifications de l'appareil ligamentaire) sont utiles pour le dépistage de la fluorose, seule la biopsie osseuse apporte le diagnostic. Ce dernier examen en effet permet à la fois un dosage du fluor osseux et la mise en évidence de modifications histologiques et microradiographiques (remaniement osseux accentué, os tacheté). La fluorose est donc retenue soit lors d'un taux au-

dessus de 4000 ppm de fluor osseux soit lors d'un taux 'entre 2000 et 4000 ppm avec de l'os tacheté à la microradiographie.

- * La fluorose endémique ou hydro-tellurique rencontrée communément surtout aux Indes et en Afrique du nord chez des populations consommant une eau de boisson contenant jusqu'à plus de 40 ppm de fluor (28)..
- * La fluorose vinique décrite par Soriano chez des Espagnols buvant un vin contenant artificiellement de 8 à 72 ppm de fluor(54).
- * La fluorose de voisinage très rarement rencontrée chez des sujets vivant à proximité immédiate d'une industrie d'aluminium (52, 53, 58). Cependant, notons que la presque totalité de ces cas décrits ne le sont que sur la base d'un examen clinique et radiologique. Or, nous venons de le voir, seul l'examen histologique et le dosage du fluor de l'os permettent d'affirmer une fluorose.

II COLLECTIFS, PLAN D'INVESTIGATIONS ET METHODES

=====

A) COLLECTIFS

* Sujets exposés au fluor : 15 religieuses du Monastère de Gérone situé à proximité immédiate de l'usine d'aluminium de Chippis (Fig.1, p.: 7). Leur âge moyen est de $44,6 \pm 8,8$ ans (de 33 à 66 ans). Ces religieuses séjournent d'une façon ininterrompue dans ce monastère depuis au minimum 5 ans.

* Groupes témoins :

- 15 femmes du personnel de l'hôpital de Sion, vivant dans cette ville depuis de nombreuses années. Leur âge moyen est de $45,6 \pm 7,3$ ans (de 34 à 59 ans). Il n'y a pas d'émission fluorée dans la région (Fig.8, p.:61).
- 12 religieuses du Monastère de Collombey y résidant depuis de très nombreuses années. Leur âge moyen est de $52,3 \pm 15$ ans (de 29 à 76 ans). Leur mode de vie identique à celui des soeurs de Gérone a été la raison du choix de ce deuxième groupe témoin. Aucune émission fluorée n'est enregistrée dans cette région (Fig.8, p.:61).

B) PLAN D'INVESTIGATION ET METHODES

1) Examen clinique :

- * Anamnèse, poids, taille, status détaillé par système.
- * Estimation de la masse maigre par détermination de l'eau totale (13) : " En admettant que le corps humain est un système à deux compartiments : graisse et masse grasse, la totalité de l'eau se trouve dans le compartiment maigre. Ainsi, si on connaît l'eau totale et la concentration d'eau de la masse maigre, on peut

déterminer la masse maigre : il suffit de diviser l'eau totale par la concentration d'eau de la masse maigre. La graisse sera calculée par différence : poids total - poids de la masse maigre. La détermination de l'eau totale est l'application pratique et simple du principe de dilution par un traceur. Il suffit d'administrer un traceur qui se mélange rapidement et uniformément à l'eau de l'ensemble de l'organisme, puis, après équilibration, de le mesurer dans un échantillon de sérum : le volume de distribution du traceur est ainsi calculé et par conséquent le volume d'eau totale peut être connu, si l'on admet une distribution parfaite. Le traceur idéal pour l'eau de la masse maigre est naturellement l'eau elle-même et les isotopes de l'hydrogène furent utilisés : $^2\text{H}_2\text{O}$ et $^3\text{H}_2\text{O}$. Le deutérium a l'avantage d'être un isotope stable : il n'est donc pas radioactif, mais pour le déterminer avec précision, il faut disposer d'un appareil complexe : un spectromètre de masse. Le tritium est un isotope radioactif, émetteur exclusivement β , donc inoffensif pour ceux qui le manipulent aux doses de diagnostic : 500-1000 μCi par examen ".

Nous avons donc utilisé le tritium selon la méthode suivante : 500 μCi de tritium sont administrés dans 10 ml d'eau per os, à jeun depuis 12 heures. Le tube contenant le tritium est rincé à 3 reprises, de même que le verre, avec environ 20 cc d'eau. Le volume total avalé s'élève à 150 ml. Le temps de distribution dans l'organisme est de 4 heures. Les patients peuvent se lever et déambuler mais ils ne peuvent se promener à l'extérieur. A la 4ème heure, une prise de 12 ml de sang pour obtenir 5 ml de sérum est pratiquée. En même temps, on collectionne l'urine dont on notera le volume et dont on prélèvera un aliquot de 10 ml. Le sérum et l'urine sont conservés dans des tubes fermés à 4°. Finalement la mesure de l'émission β est faite au compteur à scintillation liquide de l'Hôpital Cantonal de Genève.

L'hydratation moyenne de la masse maigre est de 73 % : il suffit donc de diviser le volume d'eau totale par 0,73 pour obtenir la masse maigre.

2) Examens de laboratoire :

- * Hématologie : - formule sanguine complète.
 - vitesse de sédimentation.
 - sulf-, meth-, et carboxy-hémoglobine.
- * Chimie sanguine : - fer sérique avec capacité de fixation et saturation.
 - électrolytes, urée, créatinine.
 - tests hépatiques et pancréatiques complets.
 - status osseux.
 - protides, électrophorèse des lipides.
- * Urines : - sédiment, densité, pH.
 - sodium, potassium et créatinine.

3) Examen radiologique :

Les régions anatomiques suivantes ont été radiographiées :

- avant-bras droit de face et de profil
- genou droit de face et de profil
- talon droit de profil.

Nous avons retenu les critères décrits comme classiques dans la littérature (9, 10, 47, 50) pour les cas de fluorose :

- augmentation de la densité osseuse
- présence de trabéculations grossières
- épaississement des corticales
- présence d'appositions périostées
- formation d'os hétérotopiques (ossification des insertions tendineuses, ligaments et muscles).

4) Minéralométrie :

Cette mesure a été effectuée avec l'aide de la Division de Médecine Nucléaire de l'Hôpital Cantonal de Genève (Prof. Donath). Le principe en est le suivant : " Tout rayon gamma va subir une atténuation lorsqu'il traverse un corps, et cette perte d'énergie dépend de l'épaisseur de la matière et de sa densité. Pour un volume donné, la masse osseuse est proportionnelle à sa densité, que l'on détermine en mesurant l'absorption d'énergie que subit le rayon lorsqu'il traverse l'os, en l'occurrence le radius, à la limite entre le tiers moyen et le tiers distal. Un coussin d'eau entoure le bras, afin de rendre constante l'épaisseur du corps que traverse le rayon. Le résultat est exprimé en g/cm^2 : cette valeur représente ainsi la masse osseuse moyenne qui se trouve en dessous de 1 cm^2 du radius, à l'endroit mesuré, lorsque le radius est vu d'en haut " (15).

5) Dosage du fluor urinaire :

* Principe du dosage :

Le fluor a été déterminé au moyen d'électrodes à ions sélectifs. Ces électrodes sont des cellules électrochimiques servant à estimer l'activité ionique ou la concentration de solutions contenant des électrolytes. La mesure s'effectue à l'aide d'une électrode munie d'une membrane sélective au ion dont on veut déterminer la concentration, et d'une électrode de référence, les deux électrodes étant plongées dans la solution à tester et reliées à un potentiomètre (25). Plusieurs types d'électrodes existent, divisées selon la structure de leur membrane et selon l'activité ionique à déterminer : électrode à membrane de verre, à membrane de cristal, à membrane liquide, etc. La détermination du fluor se fait par une électrode à membrane de cristal.

* Appareils et matériel utilisés :

6 électrodes combinées, modèle 96 - 09, sélectives pour ions fluor, chacune reliée à un appareil de transmission "Orion électro-

de switch, model 605 " , ce dernier étant connecté à un potentiomètre " Orion digital pH / mV ionalyzer model 801 A " ; la lecture des potentiels s'effectue au moyen d'une imprimante " Orion model 751 digital printer ". Les solutions standards ont été préparées à partir d'une solution mère Orion 100 ppm aqueous F (940 907). Les solutions standards ainsi que les échantillons à tester contenaient tous une solution de 10 % TISAB III. Les récipients utilisés pour la conservation des échantillons et pour la mesure du fluor étaient en polyéthylène et ne contenaient aucune trace détectable de fluor.

* Détermination de la fluorurie :

Nous avons dosé le fluor urinaire, d'une part dans des urines collectionnées durant 24 heures par chaque personne des 3 groupes étudiés, et d'autre part, 2 jours plus tard, dans des urines récoltées durant 4 heures. La technique comprend la mesure directe de la concentration en fluor. Les solutions standards de 0,05 à 5,0 ppm ont été préparées à partir d'une solution mère de 100 ppm, chaque solution contenant 10 % de TISAB III. Toutes les urines furent traitées de la même manière et le pH mesuré pour rester entre 5 et 5,5. Les valeurs en millivolts des solutions standards sont portées sur papier semi-logarithmique en fonction de leur concentration. On relie ensuite les points entre eux par une ligne droite sur le graphique. Finalement la concentration urinaire du fluor se déduit directement du graphique d'après le potentiel obtenu pour chaque échantillon.

6) Dosage du fluor dans l'eau :

Nous avons récolté des échantillons d'eau, non seulement dans les 3 lieux de notre étude, mais également dans de nombreuses villes et villages du Valais. Nous avons également procédé à des analyses d'eau prélevée le long du Rhône. Les appareils et le matériel étant les mêmes que précédemment, la mesure se fait directement selon la méthode décrite dans " Orion research applications bul-

letin " (1149 - 72). Une solution de TISAB III 10 % est ajoutée aux échantillons à tester ainsi qu'aux solutions standards pour plusieurs raisons : d'abord pour éviter les interférences dues aux cations ayant une grande affinité pour le fluor (Al^{+++} ou Fe^{+++}), ensuite pour éliminer l'influence des ions OH afin de maintenir le pH d'une manière stable aux environs de 5,5 , et finalement pour maintenir la constance du coefficient d'activité dans des échantillons de composition chimique différente. La courbe standard est préparée de façon à couvrir des concentrations s'étalant entre 0,2 et 5 ppm. La courbe de calibration s'obtient en portant sur papier semi-logarithmique le potentiel en millivolts par rapport à la concentration connue de chaque solution standard. La concentration en fluor de chaque échantillon d'eau se lit directement de cette courbe, à partir du potentiel obtenu en millivolts.

7) Dosage du fluor dans l'air :

En collaboration avec le Service cantonal de la protection de l'environnement et la Station fédérale de Liebefeld, nous avons procédé à des dosages du fluor dans l'air à l'aide d'analyseurs Impinger. Cette technique est basée sur le pompage d'un volume d'air connu pendant 2 heures dans une solution basique. Les résultats sont exprimés en $\mu g F/m^3$ d'air. Nous avons placé en même temps un appareil dans chacun des 3 lieux (Géronde, Sion et Collobbey) et effectué ces dosages durant 6 périodes consécutives de 24 heures.

8) Enquête alimentaire :

Nous avons non seulement relevé la quantité et la variété des mets ingérés mais aussi leur provenance. Ce dernier point étant particulièrement intéressant pour la communauté de Géronde comme nous le verrons plus loin. Il n'était pas prévu dans cette étude de doser le fluor dans les fruits et légumes.

Cependant, nous avons pu déterminer les concentrations de fluor dans divers vins (3), dont celui de Gêronde, les techniques et les appareils restant les mêmes que pour nos précédents dosages.

III RESULTATS =====

1) EXAMEN CLINIQUE

Nous avons non seulement déterminé l'état de santé de tous les membres de notre étude par un examen clinique mais nous avons également étudié ces trois groupes de femmes sous l'angle de l'état de nutrition. Concer-
nant d'abord l'état de santé nous pouvons dire qu'il est excellent et comparable dans les 3 groupes. Quant à l'état de nutrition, nous avons choisis comme critères d'appréciation le taux de fer sérique, le taux des différents lipides sériques et surtout le calcul de la masse grasse et de la masse maigre à partir de l'eau totale.

Toutes ces valeurs moyennes par groupe sont résumées dans les tableaux comparatifs 1 et 5. Quant aux valeurs individuelles dans chaque groupe, nous les avons notées dans les tableaux 2, 3, 4, 6, 7 et 8.

Comme nous pouvons le constater dans le tableau 1, seul le poids des soeurs de Collombey est un peu plus élevé. A l'aide de la détermination de l'eau totale, il se confirme qu'il s'agit de masse grasse : cette différence est due, au moins en partie, à l'âge un peu plus élevé de ce groupe. Quant aux chiffres concernant la masse maigre, ils sont en moyenne légèrement inférieurs chez les soeurs de Collombey : ceci ne nous étonne guère puisque l'on sait que la masse maigre diminue avec l'âge. Ajoutons que les soeurs de Géronde, exposées au fluor, ont les mêmes caractères nutritionnels et le même âge que le groupe de contrôle de Sion.

En ce qui concerne le tableau 5, nous remarquons que non seulement le taux de fer sérique mais également les valeurs des triglycérides, des β -lipoprotéines, du cholestérol et des lipides totaux sont identiques dans les 3 groupes.

L'examen clinique nous a donc révélé un état de santé excellent dans les 3 groupes étudiés et nous n'avons pu mettre en évidence ni sous-alimentation, ni sur-alimentation, ni facteurs de risque athérogène.

Tableau : 1

Tableau comparatif : caractéristiques générales des 3 groupes étudiés.

Valeurs moyennes et écarts-type.

	<u>GERONDE</u>	<u>SION</u>	<u>COLLOMBEY</u>
AGE (ans)	44,60 $\pm$ 8,83	45,67 $\pm$ 7,35	52,33 $\pm$ 15,03
POIDS (kg)	59,17 $\pm$ 8,61	60,40 $\pm$ 9,52	62,04 $\pm$ 11,21
TAILLE (cm)	163,43 $\pm$ 5,91	160,23 $\pm$ 5,64	157,83 $\pm$ 4,20
SURF. CORP. (m ²)	1,63 $\pm$ 0,13	1,62 $\pm$ 0,15	1,62 $\pm$ 0,12
EAU TOTALE (l.)	31,52 $\pm$ 2,76	31,72 $\pm$ 5,02	31,27 $\pm$ 4,06
MASSE MAIGRE (kg) (par eau totale)	43,17 $\pm$ 3,78	43,45 $\pm$ 6,88	42,84 $\pm$ 5,56
MASSE GRASSE (kg) (par eau totale)	16,00 $\pm$ 6,20	16,95 $\pm$ 8,66	19,20 $\pm$ 6,92

Tableau : 2

Caractéristiques générales du groupe des soeurs de Gérone
avec masse maigre et masse grasse calculées par la détermination de l'eau totale.

Valeurs individuelles, moyennes et écarts-type.

	<u>AGE</u>	<u>POIDS</u>	<u>TAILLE</u>	<u>SURF.</u>	<u>EAU</u>	<u>M.MAIGRE</u>	<u>M.GRASSE</u>
	(ans)	(kg)	(cm)	<u>CORP.</u> <u>(m²)</u>	<u>TOT.</u> <u>(l)</u>	(Eau t.) (kg)	(Eau t.) (kg)
No 1	42	55,5	159,5	1,56	34,51	47,27	8,23
2	66	69	169	1,79	31,87	43,66	25,34
3	58	62	163	1,65	32,78	44,90	17,10
4	50	64,5	168	1,73	30,44	41,69	22,81
5	44	59	165	1,65	31,37	42,97	16,03
6	47	62,5	163	1,67	30,31	41,52	20,98
7	46	71	159	1,73	34,82	47,70	23,30
8	44	56,5	165	1,61	29,96	41,04	15,46
9	36	58	165	1,63	31,97	43,80	14,20
10	46	63	170	1,73	35,25	48,29	14,17
11	39	47	162	1,47	27,17	37,22	9,78
12	39	54,5	171	1,63	31,00	42,46	12,04
13	33	72,5	167	1,81	35,78	49,02	23,48
14	33	50,5	157	1,48	28,13	38,53	11,97
15	46	42	148	1,32	27,13	37,51	4,49
Moyenne :	<u>44,60</u>	<u>59,17</u>	<u>163,43</u>	<u>1,63</u>	<u>31,52</u>	<u>43,17</u>	<u>16,00</u>
Ecart-type:	8,83	8,61	5,91	0,13	2,76	3,78	6,20

Tableau : 3

Caractéristiques générales du groupe des femmes de Sion

avec masse maigre et masse grasse calculées par la détermination de l'eau totale.

Valeurs individuelles, moyennes et écarts-type.

		<u>AGE</u>	<u>POIDS</u>	<u>TAILLE</u>	<u>SURF.</u>	<u>EAU</u>	<u>M.MAIGRE</u>	<u>M.GRASSE</u>
		(ans)	(kg)	(cm)	<u>CORP.</u> (m ²)	<u>TOT.</u> (l)	(Eau t.) (kg)	(Eau t.) (kg)
No	1	34	65	165	1,72	33,58	46,00	19,00
	2	46	44,2	150,5	1,36	27,56	37,76	6,44
	3	56	61	162	1,65	35,93	49,23	11,77
	4	36	40	151,5	1,31	26,05	35,69	4,31
	5	47	64,7	162	1,69	33,21	45,50	19,20
	6	59	59,8	159	1,61	32,81	44,94	14,86
	7	45	63,4	165	1,70	39,84	54,57	8,83
	8	38	56	168	1,63	33,21	45,49	10,51
	9	50	70	163	1,75	27,38	37,51	32,49
	10	51	61	157	1,61	23,63	32,38	28,62
	11	45	63,7	163	1,69	25,56	35,02	28,68
	12	38	63	162	1,67	30,38	41,62	21,38
	13	41	80	167	1,89	40,89	56,02	23,98
	14	53	58,7	157	1,58	33,41	45,77	12,93
	15	46	55,5	151,5	1,51	32,29	44,23	11,27
Moyenne :		45,67 =====	60,40 =====	160,23 =====	1,62 =====	31,72 =====	43,45 =====	16,95 =====
Ecart-type: ±		7,35	9,52	5,64	0,15	5,02	6,88	8,66

Tableau : 4

Caractéristiques générales du groupe des soeurs de Collombey avec masse maigre et masse grasse calculées par la détermination de l'eau totale.

Valeurs individuelles, moyennes et écarts-type.

	<u>AGE</u>	<u>POIDS</u>	<u>TAILLE</u>	<u>SURF.</u>	<u>EAU</u>	<u>M.MAIGRE</u>	<u>M.GRASSE</u>
	(ans)	(kg)	(cm)	<u>CORP.</u> <u>(m²)</u>	<u>TOT.</u> <u>(l)</u>	(Eau t.) (kg)	(Eau t.) (kg)
No 1	76	56	155,5	1,85	28,36	38,85	17,15
2	68	56	154	1,70	25,50	34,93	21,07
3	59	51,5	155	1,65	25,13	34,43	17,07
4	63	65,5	158	1,67	32,09	43,95	21,55
5	71	88	153,5	1,65	39,97	54,75	33,25
6	51	71	154,5	1,51	33,35	45,69	25,31
7	44	67	153,5	1,80	33,40	45,75	21,25
8	46	72,5	165,5	1,56	34,38	47,10	25,40
9	40	51	160	1,52	29,15	39,94	11,06
10	29	53	163	1,53	30,12	41,26	11,74
11	34	52,5	158,5	1,48	31,74	43,47	9,03
12	47	60,5	163	1,54	32,07	43,93	16,57
Moyenne :	<u>52,33</u>	<u>62,04</u>	<u>157,83</u>	<u>1,62</u>	<u>31,27</u>	<u>42,84</u>	<u>19,20</u>
Ecart-type: ⁺	15,03	11,27	4,20	0,12	4,06	5,56	6,92

Tableau : 5

Tableau comparatif : valeurs moyennes et écarts-type de quelques éléments choisis comme critères d'appréciation de l'état de nutrition des 3 groupes.

	<u>GERONDE</u>	<u>SION</u>	<u>COLLOMBEY</u>
FER (N : 70-150 μ g %)	94,79	89,66	97,67
TRIGLYCERIDES (N : 60-180 mg %)	87,80	99,27	104,75
β -LIPOPROTEINES (N : 200-400 mg %)	295,87	297,27	308,08
CHOLESTEROL (N : 180-260 mg %)	189,00	207,13	187,67
LIPIDES TOTAUX (N : 500-800 mg %)	634,00	639,33	649,17

Tableau : 6

Valeurs dans le groupe de Gèronde de quelques éléments choisis comme critère d'appréciation de l'état de nutrition.

Valeurs individuelles, moyennes et écarts-type.

	<u>FER</u> (µg %)	<u>TRIGLYC.</u> (mg %)	<u>β-LIPO.</u> (mg %)	<u>CHOLEST.</u> (mg %)	<u>LIP. TOT.</u> (mg %)
No 1	71	91	260	163	580
2	105	84	386	235	770
3	111	166	340	199	700
4	94	102	364	217	730
5	140	68	253	181	570
6	107	109	386	235	770
7	52	77	301	196	640
8	86	101	393	252	780
9	167	97	294	172	630
10	101	57	209	143	505
11	46	67	241	192	550
12	77	65	198	136	490
13	56	95	328	193	680
14	114	71	277	167	610
15	95	67	208	154	505
Moyenne :	<u>94,79</u>	<u>87,80</u>	<u>295,87</u>	<u>189,00</u>	<u>634,00</u>
Ecart-type: ±	32,58	27,03	67,97	34,66	100,96

Tableau : 7

Valeurs dans le groupe de Sion de quelques éléments choisis comme critère d'appréciation de l'état de nutrition.

Valeurs individuelles, moyennes et écarts-type.

	<u>FER</u>	<u>TRIGLYC</u>	<u>B-LIPO.</u>	<u>CHOLEST.</u>	<u>LIP. TOT.</u>
	($\mu\text{g } \%$)	($\text{mg } \%$)	($\text{mg } \%$)	($\text{mg } \%$)	($\text{mg } \%$)
No 1	91	115	303	202	640
2	94	84	242	163	550
3	74	109	310	230	650
4	110	124	281	189	610
5	113	104	353	255	710
6	114	84	269	225	590
7	117	148	374	244	760
8	58	61	200	152	490
9	79	79	284	174	610
10	96	129	332	233	680
11	58	87	235	220	550
12	84	87	250	168	640
13	77	78	330	207	680
14	100	115	342	211	720
15	80	85	354	234	710
Moyenne :	<u>89,66</u>	<u>99,27</u>	<u>297,27</u>	<u>207,13</u>	<u>639,33</u>
Ecart-type: $\pm$	19,11	23,58	51,10	31,66	74,11

Tableau : 8

Valeurs dans le groupe de Collombey de quelques éléments choisis comme critère d'appréciation de l'état de nutrition.

Valeurs individuelles, moyennes et écarts-type.

		<u>FER</u>	<u>TRIGLYC.</u>	<u>β-LIPO.</u>	<u>CHOLEST.</u>	<u>LIP. TOT.</u>
		(µg %)	(mg %)	(mg %)	(mg %)	(mg %)
No	1	106	116	384	219	760
	2	92	164	338	193	700
	3	104	94	344	210	700
	4	124	93	300	187	640
	5	142	78	244	173	550
	6	125	104	322	189	670
	7	123	83	269	159	590
	8	93	122	327	211	680
	9	37	86	272	157	590
	10	69	131	321	187	670
	11	59	117	327	207	680
	12	98	69	249	160	560
	Moyenne:	<u>97,67</u>	<u>104,75</u>	<u>308,08</u>	<u>187,67</u>	<u>649,17</u>
	Ecart-type: $\pm$	30,46	26,71	42,12	21,69	64,03

2) EXAMENS DE LABORATOIRE

Les examens de laboratoire pratiqués confirment l'impression clinique. Les valeurs moyennes trouvées sont généralement dans les limites de la norme comme le montrent les différents résultats qui vont suivre.

Dans le tableau 9, seule la vitesse de sédimentation est légèrement plus élevée chez les soeurs de Collombey : ce fait est en relation avec la découverte dans cette communauté de 2 cas d'hépatite chronique. Dans ce bilan hématologique nous avons également fait doser la sulf-hémoglobine, la méthémoglobine et la carboxyhémoglobine puisque les soeurs de Gêronde inhalent également divers autres composés mélangés aux émissions fluorées de l'usine voisine. Ces résultats se situent dans les limites de la norme (27).

Toutes les autres déterminations en chimie sanguine, dont les moyennes par groupe sont résumées dans les tableaux 10, 11 et 12, ne montrent rien de particulier mis à part les discrètes perturbations enregistrées dans les tests hépatiques des soeurs de Collombey. A noter que sans les 2 cas d'hépatite chronique, les moyennes de cette communauté seraient parfaitement superposables à celles des 2 autres groupes.

Mentionnons encore que les fonctions rénales de tous les sujets de cette étude sont normales, comme le témoignent par exemple les clearances de la créatinine notées dans le tableau 12. Il en est de même pour les calcémies, les phosphorémies ainsi que les taux sériques des enzymes du tableau 11.

Tableau : 9

Bilan hématologique.

Comparaison des moyennes par groupe. Entre parenthèses figurent les limites normales généralement admises.

	<u>GERONDE</u>	<u>SION</u>	<u>COLLOMBEY</u>
HEMATOCRITE (N : 40-44 vol. %)	40,80	41,46	40,08
HEMOGLOBINE (N : 14-15 g %)	13,33	13,90	12,98
MCHC (N : 32-36 %)	32,53	33,53	32,25
V.S. : 1ère heure (max. : 15)	6,27	6,46	15,66
V.S. : 2ème heure (max. : 30)	15,53	17,46	32,91
LEUCOCYTES (N : 3000-9000/uL)	5513	4657	4812
SULFHEMOGLOBINE (N : < 0,5 %)	0,038	0	0
METHEMOGLOBINE (N : < 2 %)	0,766	1,017	1,350
CO-HEMOGLOBINE (N : < 0,5 %)	2,1	1,033	0,166
FER (N : 70-150 µg %)	94,79	89,66	97,66
CAPACITE DE FIXATION (N : 300-440 µg %)	344,13	292,80	323,25
SATURATION EN FER (N : 20-40 %)	29,91	31,43	30,83

Tableau : 10

Chimie sanguine.

Comparaison des moyennes par groupe.

	<u>GERONDE</u>	<u>SION</u>	<u>COLLOMBEY</u>
SODIUM (N : 135-150 mEq/L.)	136,33	141,40	140,25
POTASSIUM (N : 4-5 mEq/L.)	4,11	4,06	3,99
CREATININE SERIQUE (N : 0,8-1,5 mg %)	0,81	0,78	0,70
UREE (N : 20-40 mg %)	26,20	32,53	29,66
GOT (N : 5-12 mU/ml)	8,93	7,40	12,91
GPT (N : 5-12 mU/ml)	7,07	4,66	9,91
BILIRUBINE TOTALE (N : < 1,2 mg %)	0,61	0,78	0,64
PHOSPHATASE ALCALINE (N : 7-31 UI/L.)	16,73	15,26	26,66
γ -GT (N : < 18 mU/ml)	9,53	7,86	17,45
L.A.P. (N : 39-81 mU/ml)	61,87	57,26	65,41

Tableau : 11

Chimie sanguine.

Comparaison des moyennes par groupe.

	<u>GERONDE</u>	<u>SION</u>	<u>COLLOMBEY</u>
PROTEINES (N : 6,2-8,0g %)	7,21	7,16	7,31
INHIB. TRYPSINE (N : 100-185 mg % S-I)	155,33	151,13	158,50
PHOS. HEX. ISOMERASE (N : 11-50 mU/ml)	46,27	32,53	21,50
CHOLINESTERASE (N : 1900-3700 mU/ml)	3014,67	2573,33	2419,66
LIPASE (N : 20-136 mU/ml)	120,33	125,13	99,91
CAERULOPLASMIN (N : 36-74 mU/ml)	51,60	50,93	52,00
CALCIUM (N : 9,0-10,5 mg %)	9,57	9,51	9,59
PHOSPHORE (N : 2,2-4,8 mg %)	3,13	3,27	3,27
PHOSPH.OSTEOCLAST. (N : 1,5-4,5 mU/ml)	3,79	2,44	3,27

Tableau : 12

Clearance de la créatinine.

Valeurs individuelles, moyennes et écarts-type
pour chacun des 3 groupes.

		<u>GERONDE</u>	<u>SION</u>	<u>COLLOMBEY</u>
No	1	101	89	95
	2	88	131	78
	3	69	95	65
	4	142	103	80
	5	135	125	98
	6	165	140	126
	7	77	104	90
	8	79	92	78
	9	123	110	116
	10	119	71	130
	11	112	113	116
	12	149	96	73
	13	165	140	
	14	118	87	
	15	86	133	
Moyenne :		<u><u>115,20</u></u>	<u><u>108,60</u></u>	<u><u>95,42</u></u>
Ecart-type: $\pm$		31,63	21,21	21,92

Tableau : 13

Bilan urinaire.

Comparaison des moyennes par groupe.

	<u>GERONDE</u>	<u>SION</u>	<u>COLLOMBEY</u>
VOLUME URINAIRE 24 h.	1702,00	1228,66	1692,50
VOLUME URINAIRE 4 h.	284,00	147,66	256,66
DENSITE URINAIRE 24 h.	1011,00	1017,73	1012,41
DENSITE URINAIRE 4h.	1011,80	1018,13	1015,25
pH URINAIRE	6,13	5,43	6,12
SODIUM URINAIRE (mEq/24 h.)	77,80	113,13	89,33
POTASSIUM URINAIRE (mEq/24 h.)	40,20	54,60	39,16
CREATININE URINAIRE (mg)	75,40	107,13	70,00

3) EXAMEN RADIOLOGIQUE

Le fluor ayant une affinité particulière pour les tissus calcifiés, nous avons pratiqué un examen radiologique portant sur les extrémités. D'après les travaux de Boillat et coll.(9, 10) : coude, avant-bras, genou et talon représentaient un choix judicieux de radiographies facilement réalisables. Les critères qui avaient servi de base pour la description des radiographies d'ouvriers fluorotiques expertisés ont été utilisés lors de l'examen des clichés. Aucun des 3 groupes ne se révèle différent. Aucune anomalie particulière n'a été observée. Les signes, comme une densité osseuse augmentée, une apposition périostée, ou une calcification des ligaments et des insertions tendineuses, n'ont pas été relevés plus souvent dans le groupe des soeurs de Gérone que chez les autres.

4) MINERALOMETRIE

La minéralométrie, mesure de la densité osseuse estimée par la pénétration de rayonnements gamma de l'iode 125, a été examinée. Les résultats, exprimés en g/cm^2 , se trouvent dans le tableau 14. Les valeurs mesurées tombent dans les normes suisses établies par Donath en fonction de l'âge et du sexe, comme le montre la figure 3.

Tableau : 14

Minéralométrie.

Le résultat est exprimé en g/cm^2 . La mesure a été effectuée par la Division de Médecine Nucléaire de l'Hôpital Cantonal de Genève (Prof. Donath).

		<u>GERONDE</u>	<u>SION</u>	<u>COLLOMBEY</u>
No	1	0,73	0,70	0,47
	2	0,59	0,77	0,49
	3	0,61	0,80	0,68
	4	0,66	0,68	0,73
	5	0,74	0,73	0,68
	6	0,70	0,62	0,67
	7	0,81	0,79	0,66
	8	0,71	0,71	0,61
	9	0,72	0,71	0,76
	10	0,73	0,81	0,77
	11	0,68	0,75	0,76
	12	0,69	0,73	0,70
	13	0,65		
	14	0,72		
	15	0,76		

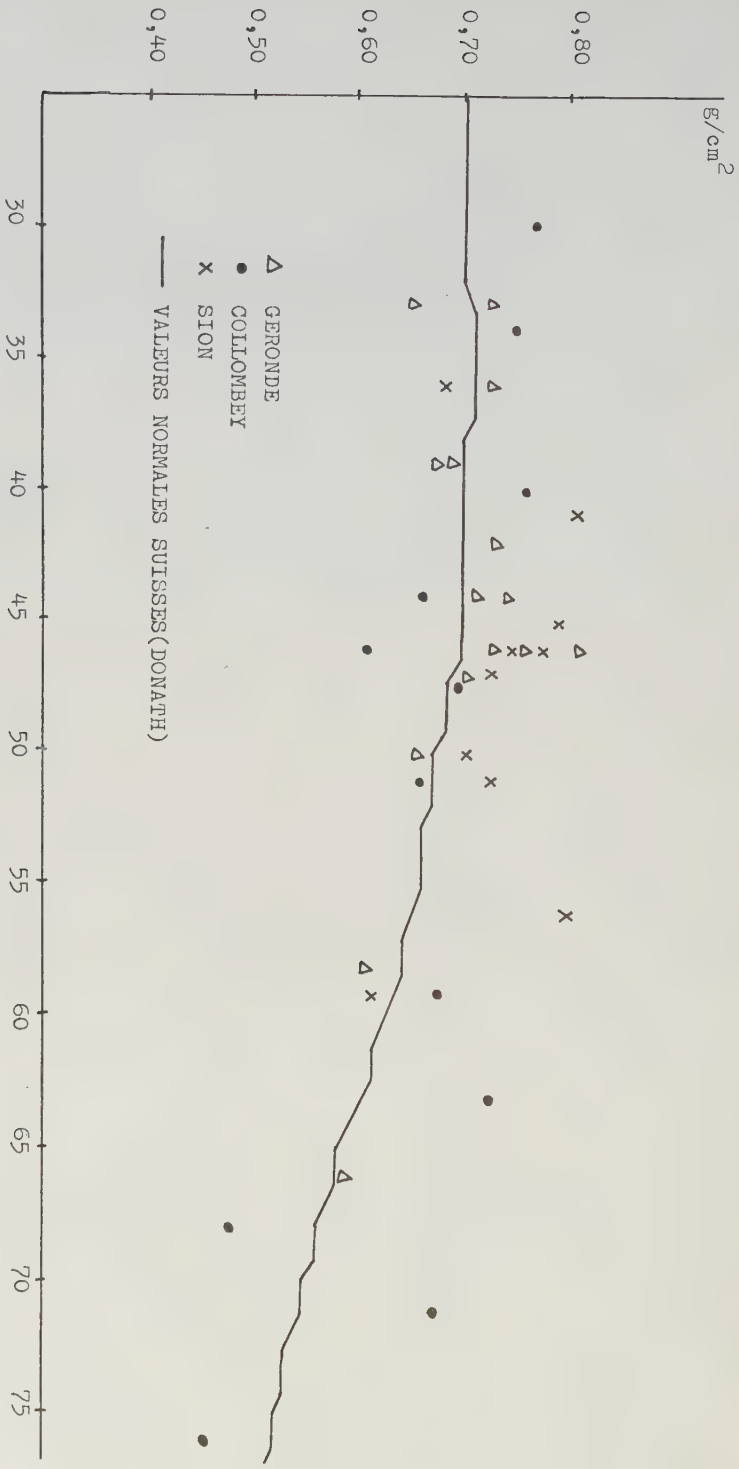


FIGURE : 3
Minéralométrie.

5) FLUORURIES

Tous les sujets de cette étude ont collectionné, dans un premier temps, toutes leurs urines durant 24 heures. Le fluor urinaire a ensuite été dosé à l'aide d'électrodes spécifiques selon la technique décrite plus haut. L'excrétion urinaire de fluor par 24 heures a été finalement calculée sur la base du volume urinaire indiqué. Ainsi, par exemple, un taux urinaire de fluor de 0,8 mg/l (ou ppm) chez une personne urinant 1500 cc par 24 heures, donne une fluorurie de 1,2 mg/24 h.

Comme on le voit dans le tableau 15, cette fluorurie est la plus élevée chez les religieuses de Géronde et la plus basse chez les religieuses de Collombey.

Les collections d'urine de 24 heures étant jugées souvent bien infidèles en l'absence de précautions particulières (19), certains auteurs, comme Peters par exemple (45), ont estimé plus avantageux d'exprimer la fluorurie par le rapport entre l'excrétion urinaire de fluorures et celle de créatinine, plutôt que de calculer (sur la base du volume urinaire indiqué) la quantité totale excrétée en 24 heures. Pour chaque personne, l'excrétion de fluorures en 24 heures a donc également été calculée d'après la formule suivante utilisée par Peters :

$$\text{Excr. F}^- \text{ (mg/24h)} = \frac{[\text{F}^-]_{\text{urine}} \text{ (mg/l = ppm)} \times \text{Excr. créat. (mg/24h)}}{[\text{créatinine}]_{\text{urine}} \text{ (mg/l)}}$$

Dans le tableau 16, nous avons noté toutes les fluoruries de chacun des 3 groupes selon cette formule. Pour l'estimation de l'excrétion de créatinine (en mg/24 h), nous nous sommes basés sur les valeurs des excrétions en créatinine normales trouvées chez des Suisses selon leur âge. Ces derniers, d'après Peters et Marthaler (45), excrètent la créatinine à raison de, en moyenne, 66,7 % des valeurs indiquées par Rowe aux Etats-Unis (48). Ainsi, prenons par exemple une personne de 42 ans, ayant une concentration urinaire de fluor de

0,71 ppm (ou mg/l), une concentration urinaire de créatinine de 0,57 mg/l , et une excrétion de créatinine (en mg/24h) normale calculée ,pour son âge, à 1,15 selon les tableaux de Rowe et Marthaler. En utilisant la formule citée, nous obtenons :

$$\frac{0,71 \times 1,15}{0,57} = 1,43 \text{ mg F-/24 h.}$$

Dans le tableau 17, nous avons calculé, toujours selon cette même formule, toutes les fluoruries en nous basant sur une excrétion totale quotidienne de créatinine de 20 mg/kg de poids corporel, ce dernier chiffre étant utilisé par de nombreux auteurs(16, 31).Ainsi, par exemple, une personne pesant 55,5 kg aurait une créatininurie de 1,11 mg/24 h. Et, pour les mêmes concentrations urinaires de fluor et de créatinine que dans le précédent exemple,nous obtenons cette fois-ci :

$$\frac{0,71 \times 1,11}{0,57} = 1,38 \text{ mg F-/24 h.}$$

Nous reviendrons, dans la discussion, sur la signification de ces différents résultats.

Finalement , à deux jours d'intervalle, une collection d'urine de 4 heures (de 5 à 9 heure du matin) a encore été faite : le tableau 18 montre que l'excrétion de fluor reste plus élevée chez les soeurs de Géronde.

Tableau : 15

Fluoruries, en mg /24 h, calculées sur la base du volume urinaire récolté en 24 heures.

Valeurs individuelles, moyennes et écarts-type.

	<u>GERONDE</u>	<u>SION</u>	<u>COLLOMBEY</u>
No 1	1,214	0,496	0,209
2	1,832	0,622	0,181
3	1,534	0,766	0,210
4	1,800	0,840	0,377
5	1,500	1,365	0,490
6	0,929	0,770	0,436
7	1,125	0,657	0,365
8	1,174	0,992	0,780
9	0,822	0,546	0,360
10	1,242	0,494	0,273
11	1,205	0,840	0,573
12	1,490	0,696	0,247
13	0,927	0,791	
14	1,562	0,624	
15	1,440	0,616	
Moyenne :	1,320 =====	0,741 =====	0,375 =====
Ecart-type :	$\pm$ 0,307	$\pm$ 0,222	$\pm$ 0,176

Tableau : 16

Fluoruries, en mg/24 h, calculées sur la base de créatininuries normales trouvées chez des sujets vivant en Suisse (explication et formule : voir texte). Valeurs individuelles, moyennes et écarts-type.

		<u>GERONDE</u>	<u>SION</u>	<u>COLLOMBEY</u>
No	1	1,432	0,768	0,232
	2	1,600	0,966	0,229
	3	2,354	0,849	0,318
	4	1,282	1,473	0,362
	5	1,245	1,180	0,363
	6	0,622	0,900	0,334
	7	1,334	0,517	0,428
	8	1,453	1,100	0,965
	9	0,801	0,425	0,431
	10	1,118	0,518	0,307
	11	1,427	0,805	0,717
	12	1,424	0,632	0,359
	13	0,605	0,495	
	14	1,742	0,698	
	15	1,237	0,733	
Moyenne :		1,312 =====	0,804 =====	0,420 =====
Ecart-type :		± 0,439	± 0,288	± 0,213

Tableau : 17

Fluoruries, en mg/24h, calculées sur la base d'une créatininurie quotidienne totale de 20 mg/kg de poids corporel. (Explication et formule : voir texte). Valeurs individuelles, moyennes et écarts-type.

		<u>GERONDE</u>	<u>SION</u>	<u>COLLOMBEY</u>
No	1	1,383	0,825	0,292
	2	2,208	0,739	0,257
	3	2,678	0,950	0,300
	4	1,518	0,974	0,474
	5	1,277	1,324	0,719
	6	0,676	0,990	0,435
	7	1,647	0,571	0,499
	8	1,427	1,018	1,216
	9	0,768	0,546	0,383
	10	1,225	0,580	0,260
	11	1,109	0,889	0,622
	12	1,282	0,658	0,378
	13	0,725	0,688	
	14	1,454	0,936	
	15	0,903	0,708	
Moyenne :		1,352 =====	0,826 =====	0,486 =====
Ecart-type :		± 0,541	± 0,213	± 0,271

Tableau : 18

Fluoruries en mg/4 h., calculées sur la base du volume urinaire récolté en 4 heures.

Valeurs individuelles et moyennes par groupe.

	<u>GERONDE</u>	<u>SION</u>	<u>COLLOMBEY</u>
No 1	0,157	0,095	0,038
2	0,149	0,074	0,057
3	0,281	0,090	0,031
4	0,163	0,092	0,101
5	0,125	0,079	0,094
6	0,255	0,108	0,087
7	0,241	0,101	0,070
8	0,217	0,158	0,092
9	0,063	0,085	0,054
10	0,154	0,101	0,051
11	0,164	0,077	0,061
12	0,133	0,069	0,038
13	0,101	0,031	
14	0,124	0,080	
15	0,264	0,021	
Moyenne:	0,174 =====	0,084 =====	0,064 =====

6) FLUOR DANS L'EAUTableau : 19

Taux de fluor, en ppm, dans l'eau potable de quelques villes et villages du Valais ainsi que dans le Rhône.

Collombey	0,048	ppm	Chippis	1,350
Martigny	0,380		Salquenen	0,520
Sembracher	1,000		La Souste	0,043
Vollèges	0,610		Viège	0,110
Fully	0,155		Brigue	0,100
Saxon	0,200		Rhône (Naters)	0,094
Charrat	0,118		Rhône (Viège)	0,080
Riddes	0,030		Rhône (Rarogne)	0,074
Leytron	0,290		Rhône (Steg)	0,070
Chamoson	0,120		Rhône (Finges)	0,270
Conthey	0,240		Rhône (Noës)	0,490
Sion	0,540		Rhône (Granges)	0,370
Grône	0,030		Rhône (St-Léonard)	0,260
Sierre	0,580		Rhône (Sion)	0,190
Géronde	0,415		Rhône (Chippis)	0,370

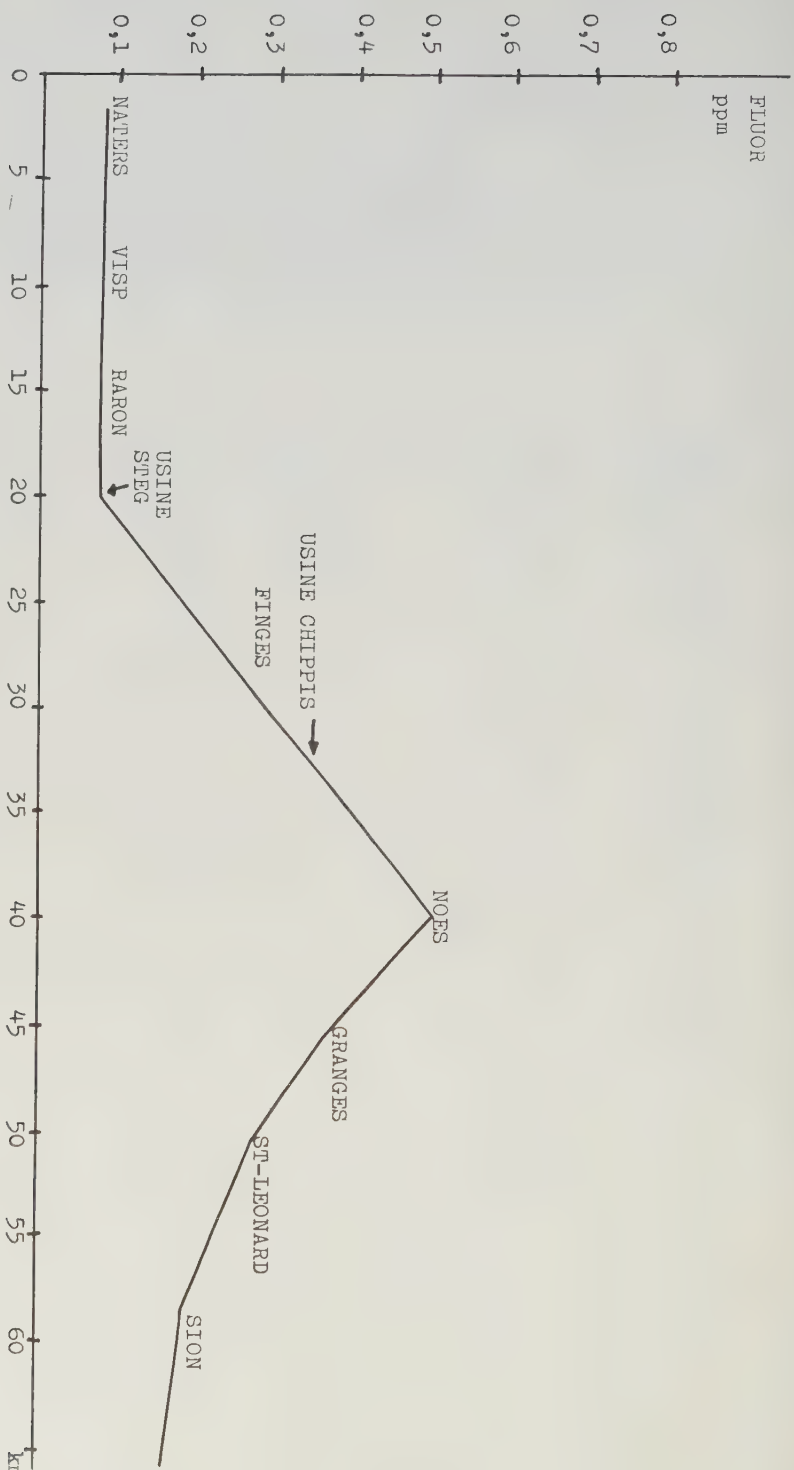


Figure : 4

Taux de fluor (en ppm) dans le Rhône avant et après
les usines d'aluminium de Steg et de Chippis.

7) FLUOR DANS L'AIRTableau : 20

Taux de fluor dans l'air, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ d'air, dosé durant 6 jours consécutifs à Gêronde, Sion et Collombey à l'aide d'analyseurs Impinger.

Valeurs moyennes avec, entre parenthèses, les taux extrêmes enregistrés durant chaque période de 24 heures.

JOURS	<u>GERONDE</u>	<u>SION</u>	<u>COLLOMBEY</u>
1	<u>2,178</u> (de 0,750 à 6,562)	<u>0,995</u> (de 0,750 à 1,437)	<u>0,625</u> (de 0,562 à 0,750)
2	<u>1,428</u> (de 0,750 à 2,750)	<u>0,912</u> (de 0,687 à 1,187)	<u>0,594</u> (de 0,500 à 0,812)
3	<u>1,130</u> (de 0,625 à 2,625)	<u>0,688</u> (de 0,562 à 0,812)	<u>0,574</u> (de 0,437 à 0,750)
4	<u>1,448</u> (de 0,687 à 3,750)	<u>0,646</u> (de 0,500 à 0,875)	<u>0,528</u> (de 0,437 à 0,625)
5	<u>1,500</u> (de 0,625 à 5,000)	<u>0,771</u> (de 0,625 à 1,250)	<u>0,500</u> (de 0,437 à 0,625)
6	<u>1,208</u> (de 0,812 à 3,750)	<u>0,729</u> (de 0,562 à 0,937)	<u>0,479</u> (de 0,437 à 0,500)

8) ENQUETE ALIMENTAIRE

Cette enquête alimentaire a été réalisée dans le but de savoir si la fluorurie plus élevée des religieuses de Gêronde pouvait être expliquée en partie par l'ingestion d'aliments cultivés sur place et contaminés par le fluor provenant de l'usine voisine.

Tableau : 21

Origine de quelques fruits et légumes consommés par les religieuses de Gêronde.

— Raisins	:	cultivés en totalité à Gêronde	
— Cerises	:	"	"
— Prunes	:	"	"
— Pêches	:	"	"
— Poireaux	:	"	"
— Tomates	:	"	"
— Haricots verts	:	" à 75 %	"
— Epinards	:	"	"
— Pommes	:	"	"
— Salades	:	" à 50 %	"
— Carottes	:	" à 25 %	"
— Pommes de terre	:	proviennent en totalité de l'extérieur	
— Fenouils	:	"	"
— Poires	:	"	"

IV DISCUSSION

=====

1) EXAMEN CLINIQUE

L'examen clinique ne révèle aucune anomalie imputable au fluor chez les religieuses du monastère de Gêronde. Sachant que la fluorose se manifeste essentiellement, sur le plan clinique, par des douleurs et une limitation des fonctions articulaires, nous n'avons pas pu en suspecter un seul cas à Gêronde, aussi bien par l'anamnèse que par le status détaillé. Ces conclusions rejoignent celles de la très grande majorité des auteurs ayant étudié le rôle du fluor sur la santé en général (18, 35).

Schlesinger (51), par exemple, cite des études de populations vivant dans des climats tempérés et buvant de l'eau contenant jusqu'à 6 ppm de fluor, qui n'ont rien révélé mis à part une fluorose dentaire. Zipkin (62) va même jusqu'à dire que l'on n'a constaté aucune action nuisible ou inattendue chez des adultes consommant depuis quelques 50 ans une eau contenant jusqu'à 8 ppm de fluor. De plus, de nombreux autres travaux (39, 51, 55) ont montré qu'il n'y avait aucune relation, non seulement entre le taux de morbidité, mais également entre le taux de mortalité et le contenu en fluor de l'eau de boisson. Des recherches (32) menées dans de nombreux pays ont également abouti aux conclusions qu'il n'y avait aucune différence, entre des zones fluorées et des zones de contrôle, dans l'incidence aussi bien du cancer que des maladies cardiaques, du diabète, des affections rénales ou hépatiques.

Concernant l'état de nutrition et les lipides sériques, Bierenbaum (7), aux U.S.A., a étudié l'effet de l'eau fluorée sur ces éléments et n'a trouvé aucune différence significative entre des groupes consommant une eau fluorée (1 ppm) et d'autres buvant une eau sans fluor. Dans cette même étude, l'auteur n'a également remarqué, en accord avec d'autres (11), aucune différence dans le taux de mortalité par maladies cardio-vasculaires entre les 2 groupes étudiés, contrairement à ce que certains avaient soupçonné (30, 40).

2) EXAMENS DE LABORATOIRE

Les examens de laboratoire n'ont également montré, chez les religieuses de Gêronde, aucun élément pathologique imputable aux émissions fluorées de l'usine d'aluminium de Chippis. Cependant, concernant l'influence du fluor sur le système hématopoïétique, rares sont les travaux traitant ce sujet. Le seul intéressant à signaler étant celui de Duffey et coll. (17) qui ont remarqué la présence de cellules géantes monocytoïdes dans la moelle osseuse de 3 patients durant un traitement au fluorure de sodium contre l'ostéoporose.

Au sujet des fonctions rénales, toutes dans les limites de la norme chez nos sujets, signalons que de nombreux auteurs (24, 28, 34, 43) ont étudié les relations entre le fluor et le rein. Et il ne semble pas, selon Peters (44), que le fluor puisse être toxique pour les reins. Les fonctions rénales ne sont du reste habituellement pas atteintes dans les cas de fluorose. Cependant, certains contestent ces faits et Manigand (36), par exemple, a décrit un cas de fluorose osseuse associée à une néphropathie interstitielle chronique avec néphrocalcinose; diverses constatations cliniques(41) ont, d'autre part, suggéré une éventuelle relation entre une insuffisance rénale polyurique et une anesthésie au méthoxyflurane. Cependant ces associations ne sont pas prouvées. Par contre, des études expérimentales récentes(37) sur des singes recevant de l'eau fluorée de 0,1 à 5 ppm montrent que le fluor, à des concentrations de 5 ppm, interfère avec le métabolisme intra-cellulaire du système excréteur du rein. Dans ce domaine, signalons encore qu'un travail (56) s'étendant sur 5 ans a montré qu'il n'y avait aucune corrélation apparente entre l'incidence des calculs du tractus urinaire et la fluoration de l'eau.

A propos de l'effet de l'eau fluorée sur divers ions sériques, Bierenbaum (7) a noté que les sujets buvant une eau fluorée à 1 ppm avaient un taux sérique de calcium et de phosphore inorganique significativement plus élevé que les sujets buvant de l'eau sans trace de fluor. Mais ajoutons que Boillat et coll.(9), dans leur travail sur la fluorose industrielle, ont signalé au contraire une tendance à l'hypocalcémie chez les ouvriers fluorotiques.

Terminons ce chapitre par une remarque sur les valeurs des volumes urinaires de 24 heures et des pH (Tabl. 13, p.: 35). En effet, quelques auteurs, tels Binder(8), ont prétendu que la fluorurie des 24 heures dépendait dans une faible mesure du volume urinaire. Cependant, d'autres études expérimentales plus récentes (61) semblent avoir bien établi que le volume urinaire n'influence pas la clearance rénale du fluor; en fait, cette dernière serait plutôt proportionnelle au pH urinaire. Quoi qu'il en soit, en se référant aux chiffres cités par ces auteurs, les différences notées dans les moyennes (des volumes de 24 heures et des pH urinaires) entre nos 3 groupes sont beaucoup trop faibles pour influencer de façon significative les fluoruries de nos sujets. Et ce fait est important à signaler avant d'aborder, un peu plus loin, la signification des fluoruries de 24 heures.

3) EXAMEN RADIOLOGIQUE

L'examen des radiographies n'a pas révélé d'anomalie imputable au fluor dans les 3 groupes étudiés. Ces conclusions rejoignent par exemple celles d'études radiologiques détaillées, menées aux U.S.A. pendant 10 ans, sur les os d'enfants consommant une eau de boisson contenant 1,2 ppm de fluor : aucune modification de la densité osseuse ou de la maturation squelettique n'a été mise en évidence (62). De même l'examen histologique d'os d'adultes consommant une eau de boisson contenant jusqu'à 4 ppm de fluor n'a pas révélé de modification qui puisse être attribuée au fluor. Cependant, quelques rares auteurs (53, 58) ont décrit, au voisinage d'usines émettant du fluor, des cas de fluorose en se basant essentiellement sur les examens radiologiques. Mais, rappelons ici, qu'il est actuellement bien établi que les arguments radiologiques cités plus haut (p : 16), pour utiles qu'ils soient dans le dépistage de la fluorose, n'en sont pas pour autant pathognomoniques de cette affection.

4) MINERALOMETRIE

Lors de cet examen, on pouvait s'attendre à ne pas trouver des écarts importants de la norme (Tabl.:14, p.:37), car la densité osseuse du groupe d'ouvriers ayant travaillé auprès des fours d'électrolyse a également été trouvée normale. On ne retrouve pas non plus d'effet protecteur du fluor sur la minéralisation : il n'y a pas moins d'ostéoporose chez les religieuses exposées au fluor que chez les religieuses de Collombey et que chez les femmes de Sion (Fig. : 3, p. : 38).

5) FLUORURIES

L'analyse la plus significative et la plus intéressante est naturellement l'excrétion urinaire de fluor par 24 heures. Comme nous l'avons vu dans les résultats (Tabl.:15, p.:41), cette fluorurie est la plus élevée chez les religieuses de Gêronde (1,320 mg/24h) alors qu'elle n'est que de 0,741 mg/24h chez les femmes de Sion et de 0,375 mg/24h chez les soeurs de Collombey. Non seulement les valeurs moyennes de chacun de ces 3 groupes sont très différentes mais l'écart-type du groupe de Gêronde ne chevauche pas celui des 2 groupes témoins, comme le montre la figure 5 (p.:53).

Deux jours après la collection d'urine de 24 heures une collection d'urine de 4 heures a été faite : comme nous l'avons vu dans le tableau 18 (p.:44), l'excrétion de fluor reste plus élevée chez les soeurs de Gêronde. Rapportées à 24 heures (en multipliant par 6), les fluoruries demeurent différentes entre les 3 groupes mais les différences se réduisent :

		Gêronde	Sion	Collombey
Excrétion urinaire	$F^- / 4 \text{ h}$	0,173	0,084	0,064 mg
	$F^- / 4 \text{ hx}6$	1,038	0,504	0,384 mg

Sans entrer dans le problème de la valeur des fluoruries sur des échantillons d'urine récoltés sur de courtes périodes connues, disons

écart-type : - - - -

moyenne : ————

FLUOR URINAIRE (mg/24 h.)

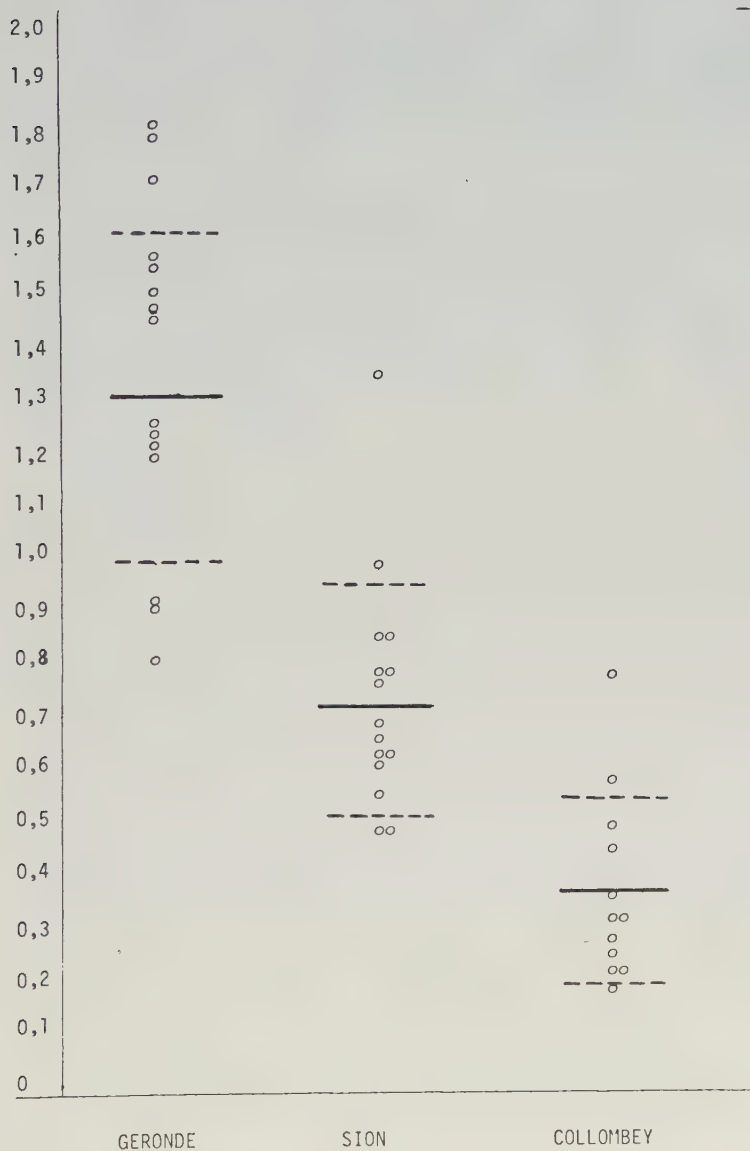


Figure : 5

Représentation graphique des fluoruries, en mg/24 h., de chaque groupe.
Valeurs individuelles, moyennes et écarts-type.

simplement que seules les collections complètes d'urine de 24 heures, bien que souvent difficiles à réaliser en pratique ambulatoire, semblent donner des résultats fiables et reproductibles; et même avec l'introduction de facteurs correctifs, basés sur le poids spécifique de l'urine par exemple, les résultats de fluor sur des émissions d'urine autres que des collections de 24 heures doivent être interprétés avec grande prudence. Mais il est d'autre part bien évident, qu'en l'absence de précautions particulières, les collections d'urine de 24 heures elles-mêmes sont aussi jugées souvent bien infidèles par certains auteurs (28,44). Selon Peters et coll. " même pour des collections d'urine de 24 heures, on est donc généralement obligé de mesurer simultanément avec l'excrétion d'ions fluor une composante urinaire à excrétion assez constante et assez semblable chez tous les sujets normaux, telle que, par exemple, la créatinine, afin de s'assurer d'une collection complète de l'urine de 24 h. " (45). Et c'est la raison pour laquelle nous avons exprimé nos résultats de fluoruries en nous basant, d'abord sur le volume urinaire récolté en 24 heures (Tabl.:15, p.:41), puis sur le rapport entre l'excrétion urinaire de fluorures et celle de créatinine (Tabl. 16,17, p.: 42,43). Mais, pour ce deuxième mode d'expression, les valeurs d'excrétion totale de créatinine par 24 heures variant quelque peu selon les auteurs, nous avons utilisé une première fois les créatininuries normales trouvées chez des sujets vivant en Suisse (45) et une deuxième fois les chiffres calculés en admettant une excrétion totale de créatinine de 20 mg/kg de poids corporel/24 heures (16, 31, 48). Les chiffres, la formule utilisée et le détail des calculs ayant déjà été expliqués plus haut (p.39-40) nous pouvons maintenant comparer ces résultats :

Excrétion totale de fluor en mg/24 heures

	<u>Géronde</u>	<u>Sion</u>	<u>Collombey</u>
- Excrétion calculée sur la base du volume urinaire récolté en 24 heures.	1,320	0,741	0,375
- Excrétion calculée sur la base de créatininuries normales trouvées chez des sujets vivant en Suisse.	1,312	0,804	0,420
- Excrétion calculée sur la base d'une créatininurie quotidienne totale de 20 mg/kg de poids corporel.	1,352	0,826	0,486

La comparaison de ces moyennes montrent en fait, quel que soit le mode d'expression, que les fluoruries restent très distinctes entre les 3 groupes et que les différences ne se réduisent ni n'augmentent. Ce fait nous permet, de plus, de conclure à l'exactitude des collections d'urine de 24 heures dans nos 3 groupes de sujets.

Mais, afin de donner une signification plus précise à la fluorurie plus élevée dans le groupe de Géronde que dans les 2 groupes témoins, il nous faut encore comparer ces valeurs à celles citées dans d'autres travaux effectués en Suisse ces dernières années.

Ainsi, dans le travail de Boillat et coll.(9), des valeurs d'excrétion urinaire de fluor de 0,580 mg/24 heures chez 32 femmes ont été mesurées à Genève. Peters et coll.(45) donne les valeurs suivantes dans une étude sur l'excrétion urinaire de fluorures chez des habitants du Canton de Vaud ingérant du sel fluoré à 250 mg F⁻/kg de sel, comparée à celle d'habitants de communes limitrophes ingérant du sel non-fluoré : 0,760 mg F⁻/24 heures pour les Vaudois et 0,400 mg F⁻/24 heures pour les non-Vaudois (ces chiffres étant calculés sur la base des excrétions en créatinine "normales" chez des Suisses). Dans une étude faite dans

une région du Nord de la Suisse où l'eau de boisson contient 1 ppm de fluor, Wespi et coll.(59, 60) donnent des chiffres d'excrétion urinaire de 0,890 mg F⁻/24 heures. Nous pouvons donc dire que, d'une part les valeurs des fluoruries de nos 2 groupes témoins (0,741 pour Sion et 0,375 pour Collombey) correspondent aux chiffres généralement cités dans notre pays et que, d'autre part, les fluoruries du groupe de Gêronde sont nettement plus élevées que toutes ces valeurs.

Mais il nous a paru également important de comparer ces fluoruries de 24 heures avec celles obtenues, d'une part chez une dizaine d'ouvriers encore en activité aux fours d'électrolyse et que nous avons examinés à l'Hôpital de Sion (durant la collection d'urine de 24 heures, environ 8 heures furent passées en usine), et d'autre part chez 37 ouvriers fluorotiques expertisés par Boillat et coll.(9) plusieurs semaines à plusieurs années après avoir quitté ces fours. Chez les premiers, la fluorurie est en moyenne de 4,71 mg/24 heures, chez les seconds de 2,45 mg/24 heures. Sur la figure suivante (Fig.:6, p.:57), nous avons représenté graphiquement toutes ces valeurs : comme on le voit, les taux du groupe des soeurs de Gêronde sont donc nettement inférieurs aux taux trouvés chez tous ces ouvriers, mais restent néanmoins supérieurs à ceux de tous les groupes témoins cités dans notre pays.

Par des dosages du fluor dans l'eau de boisson et dans l'air, ainsi qu' à l'aide d'une enquête alimentaire, nous essayerons, dans les chapitres suivants, de trouver une explication à la fluorurie plus élevée dans le groupe de Gêronde que dans les 2 groupes témoins de notre étude.

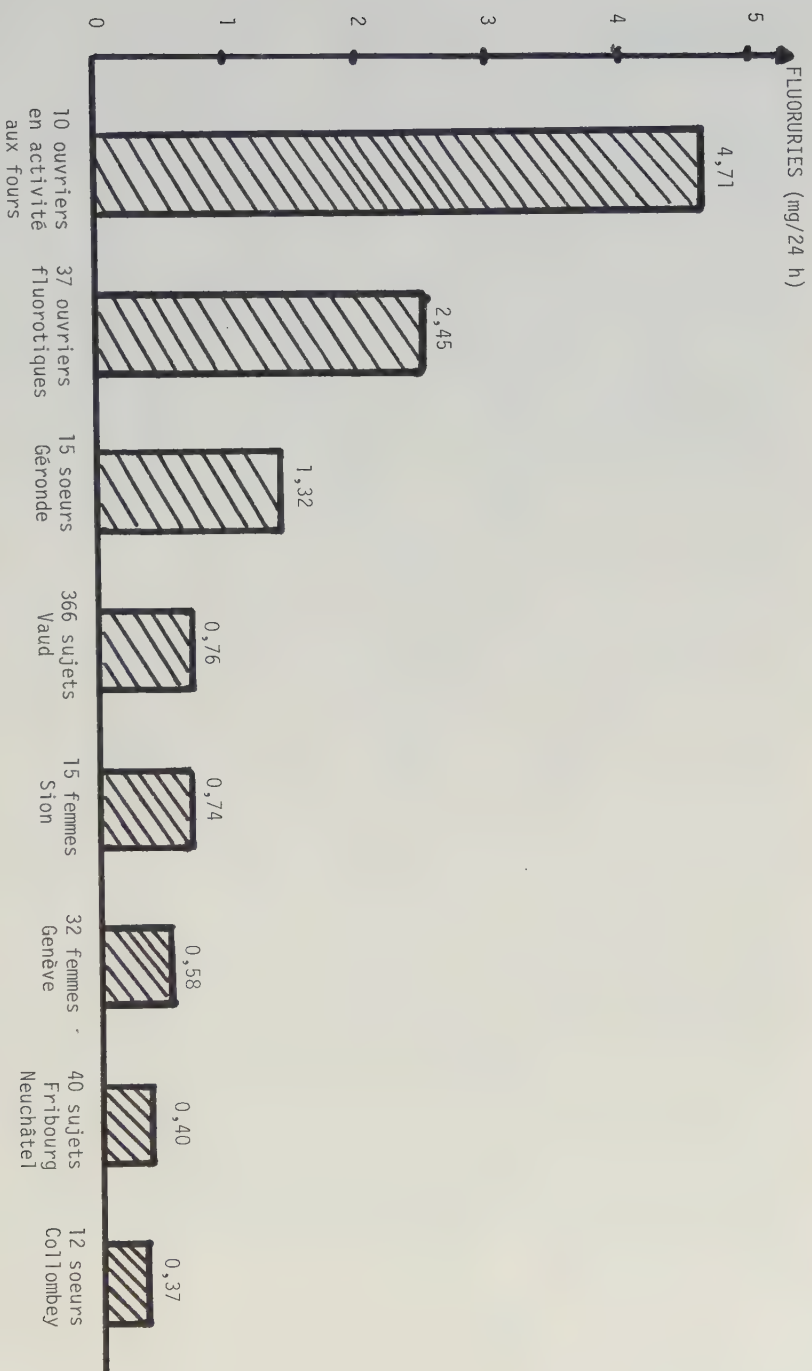


Figure : 6

Comparaison des fluorurées (en mg/24h) obtenues dans différents groupes en Suisse.

6) FLUOR DANS L'EAU

Des dosages de fluor dans l'eau de boisson ont été effectués dans de nombreuses villes et villages du Valais, ainsi que dans l'eau du Rhône comme nous l'avons vu sous "Résultats" (p.:45-46).

Disons simplement, que mis à part Chippis (1,35 ppm) et Sembrancher (1,00 ppm), les taux de fluor dans l'eau de boisson sont tous nettement en dessous de 1 ppm (Fig. 7, p.:59), et qu'il est actuellement bien établi, nous l'avons déjà vu plus haut, que ces valeurs ne sont en aucun cas susceptibles de provoquer, même à long terme, quels que troubles que ce soit. Le taux de Gêronde (0,415 ppm) ainsi que le taux de Sion (0,540 ppm) étant très proches, il n'est pas possible d'expliquer la fluorurie plus élevée chez les religieuses de Gêronde par une absorption plus élevée de fluor provenant de l'eau de boisson. Par contre, le taux de Collombey (0,048 ppm) est très nettement plus bas que les 2 précédents, ce qui explique leur fluorurie très faible.

Connaissant leur taux de fluor dans l'eau de boisson et sachant que le sel alimentaire est fluoré en Valais (sauf à Chippis et Sembrancher) à raison de 100 mg F^- /kg, nous pouvons approximativement estimer ce qui suit pour nos 3 groupes: l'excrétion urinaire de fluorure du groupe de Collombey (0,375 mg/24h) représente à peu près la quantité de fluor ingéré par l'alimentation (y compris le sel) puisque leur taux de fluor dans l'eau de boisson est négligable. Compte tenu de cela, nous pouvons estimer que l'excrétion urinaire de fluorure du groupe de Sion (0,741 mg/24h) est dû pour environ 0,375 mg au fluor de l'alimentation et pour environ 0,366 (0,741-0,375) au fluor de leur eau de boisson. Quant au groupe de Gêronde, son taux de fluor dans l'eau de boisson étant presque identique à celui de Sion, nous pouvons dire que la différence entre les fluoruries de ces 2 groupes, c. à d. à peu près 0,579 mg/24h (=1,320-0,741), provient soit de l'inhalation de poussières fluorées soit de l'ingestion d'aliments pollués par le fluor, soit, plus probablement, de ces 2 causes en même temps. Ajoutons, avant d'aller plus loin, que ces chiffres n'indiquent qu'un ordre de grandeur et qu'ils sont naturellement susceptibles de varier quelque peu d'un jour à l'autre.

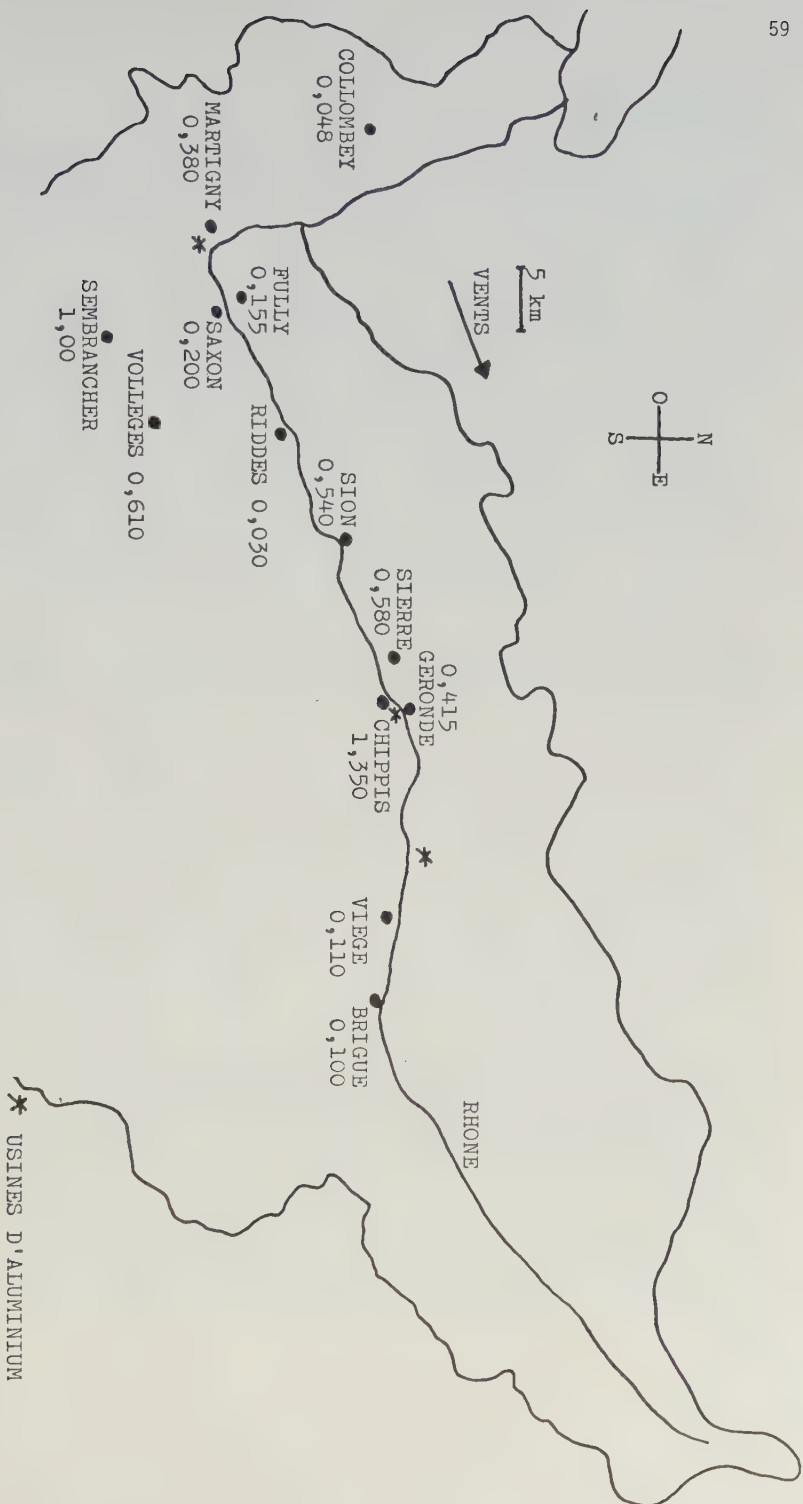


Figure : 7

Taux de fluor, en ppm, dans quelques villes et villages de la vallée du Rhône.

7) FLUOR DANS L'AIR

Nous avons procédé à des dosages de fluor dans l'air, durant 6 périodes consécutives de 24 heures, à l'aide d'analyseurs Impinger. Comme on pouvait s'y attendre, ces taux sont en moyenne toujours plus élevés à Gêronde qu'à Sion et Collombey (Tabl.: 20, p.: 47), ceci malgré des variations importantes dans les conditions atmosphériques ou dans l'activité de l'usine. Pour ces mêmes raisons du reste, ces dosages doivent être répétés à plusieurs reprises. Les moyennes faites sur 24 heures varient donc naturellement d'un jour à l'autre et c'est ainsi que l'on peut observer des chiffres allant de 1,13 à 2,18 $\mu\text{g F/m}^3$ d'air pour Gêronde, de 0,65 à 0,99 pour Sion et seulement de 0,48 à 0,62 pour Collombey. Quant aux valeurs extrêmes atteintes durant une même période de 24 heures, elles vont de 0,75 à 6,56 pour Gêronde, tandis que ces variations sont négligeables à Sion et à Collombey, comme on le voit sur la figure suivante (Fig.:8, p.: 61). Bien que cette méthode d'analyse soit encore perfectible (l'absorption du fluor de l'air n'étant pas totale), la relation entre les différents taux reste cependant valable.

Ces valeurs ne sont naturellement pas à comparer avec celles enregistrées dans les halles d'électrolyse puisque ces dernières sont de l'ordre du $\text{mg F}^-/\text{m}^3$ d'air. Les taux mesurés à Gêronde, quoique faibles, sont cependant très souvent plus élevés que 2 $\mu\text{g F/m}^3$ d'air, ce qui est considéré en général comme la limite supérieure de la norme pour l'atmosphère. Mais la colline étant soumise 24 heures sur 24 heures et durant toute l'année à ces émissions fluorées (les vents dominants soufflant d'ouest en est, sauf durant les rares périodes de foehn), ces taux de Gêronde prennent tout de même une certaine importance, comme le montreront les dosages dans divers végétaux provenant du couvent.

Il ne nous était naturellement pas possible de prouver l'existence d'une absorption directe de fluor par voie respiratoire chez les religieuses de Gêronde. Bien que cette voie d'absorption soit actuellement bien connue chez les ouvriers de l'industrie de l'aluminium, grâce à Dinman et coll. (14) par exemple, les travaux scientifiques

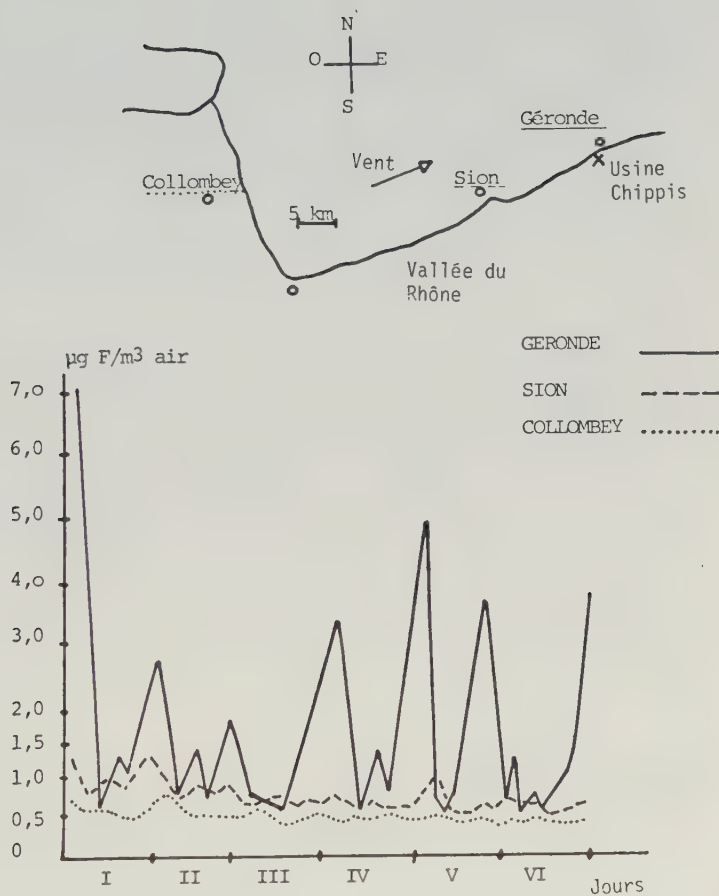


Figure : 8
Variations des taux de fluor dans l'air, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, enregistrées durant 6 jours à Gêronde, Sion et Collombey.

manquent quant à l'évaluation exacte des quantités inhalées en fonction des taux de fluor dans l'air environnant de ces usines. Dans un travail sur des enfants vivant près d'une usine d'aluminium (4), l'absorption de fluor par voie respiratoire était estimée, mais non prouvée, à environ 0,4 - 0,7 mg/jour. Ces chiffres nous semblent élevés. En effet, en admettant que l'absorption des particules fluorées n'est pas totale par ces analyseurs (rappelons que les pointes enregistrées se situent entre 5 et 7 $\mu\text{g F}^-/\text{m}^3$ d'air), prenons pour nos calculs un taux de fluor dans l'air de Gêronde beaucoup plus élevé que celui mesuré, par exemple 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Si nous estimons ensuite que les soeurs de Gêronde respirent environ 20 m^3 d'air par 24 heures, nous pouvons alors conclure à une inhalation théorique et approximative de 0,400 mg F⁻/24 heures. Mais, en nous basant sur le schéma proposé par Dinman(p.:9), le 50 % environ des particules fluorées inhalées est aussitôt expiré ; si bien qu'il ne resterait au maximum que 0,200 mg de fluor qui pourrait être ainsi absorbé par 24 heures. Quoi qu'il en soit, que nous prenions ou non les valeurs de fluor réellement mesurées dans l'air de Gêronde pour ces calculs, les quantités inhalées sont certainement faibles et ne devraient pas influencer leur fluorurie de façon notable. Ainsi, sur les 0,600 mg F⁻/24 h environ, que nous avons calculés plus haut comme différence entre les fluoruries de Gêronde et de Sion, nous pouvons raisonnablement estimer qu'au maximum 0,200 mg F⁻/24h pourrait provenir de l'inhalation directe de poussières fluorées. Par conséquent le reste doit provenir de l'ingestion d'aliments contaminés par le fluor sur la colline de Gêronde.

8) ENQUETE ALIMENTAIRE

Il n'était pas prévu dans cette étude de doser le fluor de tous les végétaux comestibles et de faire un bilan précis des ingesta et des excréta. Cependant, certains dosages nous ont montré que les végétaux de la colline de Gêronde étaient fortement contaminés par les émissions fluorées. Par exemple, le taux de fluor que nous avons mesuré dans le vin provenant du couvent de Gêronde est de 3,21 ppm alors que ce taux

s'abaisse à une moyenne de 1,2 ppm pour les vins provenant d'une zone située entre 3 et 6 km de l'usine de Chippis et que dans la région de Sion ce taux est en moyenne de 0,68 ppm. D'autre part des dosages effectués par la Station fédérale de Liebefeld en 1973 ont révélé des taux de 600 ppm de fluor par kg de masse sèche dans des feuilles de vigne et de 300 ppm dans des feuilles de salade provenant du couvent de Gêronde. De plus, dans une vaste enquête sur la pollution par le fluor des cultures arboricoles et viticoles du Valais en 1970 et 1971 réalisée par la Station fédérale de recherches agronomiques de Lausanne (41), la contamination a été notée particulièrement intense aux environs de Chippis. Dans un périmètre de 1 km autour de l'usine des taux de plus de 400 ppm de fluor par kg de matière végétale sèche ont été mesurés. Les valeurs normales (6,26) sont habituellement comprises entre 2 et 30 ppm de fluor par kg de matière sèche.

Finalement, nous avons également fait doser le fluor, dans les os de certains animaux nés et élevés à Gêronde et nous avons comparé ces taux à ceux que nous avons obtenus chez des animaux d'âge égal et provenant de zones non fluorées. Les dosages ont été effectués par l'Institut de Morphologie de l'Université de Genève (Prof. Baud), et les résultats sont exprimés en gr de fluor dans 100 gr de cendres :

	<u>Gêronde</u>	<u>Régions non fluorées</u>
Veau (1 an)	0,41 %	0,010 %
Porc (8 mois)	0,43 %	0,008 %
Lapin (3 mois)	0,50 %	0,011 %

Ces taux sont donc 40 à 55 fois plus élevés à Gêronde. Sans vouloir discuter ici de la fluorose chez les animaux et bien que ces os

ne fassent évidemment pas partie de l'alimentation, leur taux en fluor est tout de même intéressant puisqu'il témoigne de la pollution en fluor des végétaux de Gêronde.

Il est donc pratiquement certain que la fluorurie augmentée chez les religieuses du Monastère de Gêronde par rapport aux 2 groupes témoins, soit principalement expliquée par l'ingestion d'aliments cultivés sur place et contaminés par le fluor provenant de l'usine voisine. Mais on peut également ajouter, que les doses relativement modestes de fluor absorbées par ces soeurs ne nuisent pas à leur santé actuelle, et qu'il en est probablement de même à plus long terme.

V CONCLUSION

=====

Dans ce travail basé sur l'étude à court terme d'une communauté de religieuses soumises aux émanations fluorées d'une usine d'aluminium, nous n'avons pas pu mettre en évidence d'effet pathogène sur l'organisme humain. En accord avec les données fournies par la littérature, les taux de fluor urinaire mesurés à Géronde ne provoquent aucun retentissement sur la santé humaine à court terme.

La fluorurie plus élevée dans le groupe de Géronde que dans les 2 groupes témoins n'est pas expliquée par les taux de fluor dans l'eau de boisson. Par contre, les résultats des dosages de fluor dans l'air de Géronde laissent penser que l'origine en est, directement et indirectement, atmosphérique. En effet, il est certain que les soeurs de Géronde absorbent du fluor non seulement par voie respiratoire directe, mais également et surtout par l'ingestion d'aliments cultivés sur place et contaminés par les émissions fluorées de l'usine voisine, comme le confirment certains dosages. Cependant, au stade actuel de notre recherche, il n'est pas encore possible, d'une part de chiffrer avec précision le taux d'absorption directe de fluor par voie respiratoire chez les religieuses du couvent de Géronde, et d'autre part de préciser la quantité exacte de fluor ingéré par les fruits et légumes qu'elles cultivent sur leur colline.

Les religieuses du couvent des Bernardines, à Gêronde, représentent en Valais une communauté particulièrement exposée aux émanations de fluor puisqu'elles habitent sur une colline située à moins de 500 mètres à vol d'oiseau au nord-est de l'usine d'aluminium de Chippis. Désirant étudier le rôle des émissions fluorées sur l'organisme humain au voisinage de ces industries, nous avons donc comparé les religieuses de Gêronde à 2 groupes témoins: le personnel féminin de l'hôpital de Sion et les religieuses du couvent des Bernardines à Collombey.

Ce travail est une réponse à une inquiétude populaire née de la polémique sur les méfaits des émissions fluorées dans l'agriculture valaisanne; il est la suite logique et s'intègre dans une plus vaste étude centrée sur la fluorose industrielle, étude entreprise depuis de nombreuses années dans le cadre du CEMO (Centre d'Etude des Maladies Ostéo-articulaires de la Faculté de Médecine de Genève) dirigé par le Professeur B. Courvoisier (Département de Médecine, Hôpital Cantonal, Genève)

Notre étude a porté sur les éléments suivants: 1) un examen clinique complet (y compris une estimation de la masse maigre et de la masse grasse par détermination de l'eau totale), 2) des examens de laboratoire (Bilans hématologique, chimique et urinaire complets), 3) un examen radiologique des extrémités, 4) une mesure de la densité osseuse ou minéralométrie, 5) le dosage du fluor au moyen d'électrodes à ions sélectifs dans les urines et 6) dans l'eau de boisson, 7) le dosage du fluor dans l'air à l'aide d'analyseurs Impiger et 8) une enquête alimentaire.

L'examen clinique ne relève aucune anomalie imputable au fluor et l'état de santé est excellent. Ces 3 groupes de femmes ont également été examinées sous l'angle de l'état de nutrition: le calcul de la masse maigre à partir de l'eau totale, le taux de fer sérique, et le taux des différents lipides sériques ont été choisis comme critères d'appréciation. Aucune différence n'a été retrouvée et on ne peut mettre en évidence ni sous-alimentation, ni sur-alimentation, ni facteur de risque athérogène. Les examens de laboratoire pratiqués confirment l'impression clinique. Les valeurs moyennes trouvées sont normales et il n'apparaît pas de différence significative

entre les 3 groupes. Les examens radiologiques pratiqués ont porté sur les extrémités. Aucun des trois groupes ne se révèle différent, et aucune anomalie particulière n'a été observée. La minéralométrie a montré que toutes les valeurs mesurées tombent dans les normes suisses, établies par Donath, en fonction de l'âge et du sexe.

L'analyse la plus intéressante et la plus significative est naturellement l'élimination de fluor urinaire par 24 heures. Cette fluorurie est la plus élevée chez les religieuses de Gêronde, 1,320 mg/24 h, alors qu'elle n'est que de 0,741 mg/24 h chez les femmes de Sion et de 0,375 mg/24 h chez les soeurs de Collombey. Les collections d'urine de 24 heures étant jugées souvent bien infidèles, nous avons exprimés nos résultats de fluoruries en nous basant, non seulement sur le volume urinaire récolté en 24 heures, mais aussi sur le rapport entre l'excrétion urinaire de fluorures et celle de créatinine. La comparaison de ces moyennes montrent que nos fluoruries restent très distinctes entre les 3 groupes et que les différences ne se réduisent ni n'augmentent.

Mais, afin de donner une signification plus précise à la fluorurie plus élevée du groupe de Gêronde, nous avons comparé ces valeurs à celles citées dans d'autres travaux effectués en Suisse ces dernières années. Et nous pouvons dire que, d'une part les valeurs des fluoruries de nos 2 groupes témoins correspondent aux chiffres généralement cités dans notre pays et que, d'autre part, les fluoruries du groupe de Gêronde sont nettement plus élevées que toutes ces valeurs de référence. Mais il nous a paru également important de comparer ces fluoruries de 24 heures avec celles obtenues, d'une part chez une dizaine d'ouvriers encore en activité aux fours d'électrolyse, et d'autre part chez 37 ouvriers fluorotiques expertisés plusieurs semaines à plusieurs années après avoir quitté ces fours. Chez les premiers, la fluorurie est en moyenne de 4,71 mg/24 heures, chez les seconds de 2,45 mg/24 heures. Comme on le voit, les taux du groupe des soeurs de Gêronde sont donc nettement inférieurs aux taux trouvés chez tous ces ouvriers, mais restent néanmoins supérieurs à ceux de tous les groupes témoins cités dans notre pays.

Le taux de fluor dans l'eau de boisson de Gêronde (0,41 ppm) ainsi que celui de Sion (0,54) étant très proches, il n'est pas possible d'expliquer la fluorurie plus élevée des soeurs de Gêronde par une absorption

plus importante de fluor provenant de l'eau de boisson. En ce qui concerne le groupe de G ronde, son taux de fluor dans l'eau de boisson étant presque identique à celui de Sion, nous pouvons dire que la différence entre les fluoruries de ces 2 groupes, c.  . d.   peu près 0,600 mg/24 h, provient soit de l'inhalation de poussières fluorées soit de l'ingestion d'aliments pollués par le fluor.

C'est la raison pour laquelle nous avons d'abord procédé à des dosages de fluor dans l'air. Comme on pouvait s'y attendre, ces taux sont en moyenne toujours plus élevés à G ronde. Quant aux valeurs extrêmes atteintes durant une même période de 24 heures, elles vont par exemple de 0,75 à 6,56 $\mu\text{g F}^-/\text{m}^3$ d'air pour G ronde, tandis que ces variations sont négligeables à Sion et à Collombey où le taux est pratiquement toujours inférieur à 1,0 $\mu\text{g F}^-/\text{m}^3$ d'air. Cependant les quantités inhalées par les soeurs de G ronde sont certainement faibles et ne devraient pas influencer leur fluorurie de façon notable. Ainsi, sur les 0,600 mg $\text{F}^-/24 \text{ h}$ environ, que nous avons calculés plus haut comme différence entre les fluoruries de G ronde et de Sion, nous pouvons raisonnablement estimer qu'au maximum 0,200 mg $\text{F}^-/24 \text{ h}$ pourrait provenir de l'inhalation directe de poussières fluorées. Par conséquent le reste doit provenir de l'ingestion d'aliments contaminés par le fluor sur la colline de G ronde.

Et c'est ainsi que, confirmant des dosages de fluor effectués ces dernières années dans des végétaux cultivés   G ronde, nous avons par exemple mesuré et comparé les taux de fluor dans le vin et dans les os d'animaux provenant de la colline de G ronde à ceux issus de zones non soumises aux émissions fluorées : et ces dosages ont révélé des taux de fluor 4 à 5 fois plus élevés dans le vin de G ronde et 40 à 50 fois plus élevés dans les os des animaux de G ronde.

Il est donc pratiquement certain que la fluorurie augmentée chez les religieuses du Monastère de G ronde par rapport aux 2 groupes témoins, soit principalement expliquée par l'ingestion d'aliments cultivés sur place et contaminés par le fluor provenant de l'usine voisine. Mais on peut également ajouter, que les doses relativement modestes de fluor absorbées par ces soeurs ne nuisent pas à leur santé actuelle, et qu'il en est probablement de même à plus long terme.

VII BIBLIOGRAPHIE

=====

- 1) Archer, D.P., Gurekas, V.L., White, F.M.M. : Urinary fluoride excretion in schoolchildren exposed to fluoride air pollution : a pilot study. *Can. J. Public. Health* 66 (5) : 407-410, 1975.
- 2) Armstrong, W.D., Gedalia, I., Singer, L., Weatherell, J.A., Weidmann, S.M. : Répartition des fluorures. In : 20, P. 93-142.
- 3) de Baenst, G., Mertens, J., Van den Winkel, P., Massart, D.L. : Détermination de l'ion fluorure dans le vin, par potentiométrie. *J. Pharm. Belg.* 28 (2) : 188-194, 1973.
- 4) Balazova, G. : Der lanfristige Einfluss von Fluoremisssionen auf den Kinderorganismus. *Med. Lav.* 62 : 202-207, 1971.
- 5) Bang, S. : Etude biophysique de l'effet du fluor sur les tissus calcifiés. *Rev. mens. suisse Odonto-stomatol.* 86, 838-863, 1976.
- 6) Bell, M. E., Largent, E.J., Ludwig, T.G., Muhler, J.C., Stookey, G.K. : L'approvisionnement de l'homme en fluor. In 20, P. 17-74.
- 7) Bierenbaum, M. L., Fleischman, A.I. : Effect of fluoridated water upon serum lipids, ions, and cardiovascular disease mortality rates. *J. Med. Soc. NJ.* 71 : 663-666, 1974.
- 8) Binder, K. : Zur Abhängigkeit der Fluorausscheidung von der Harnmenge. *Osterr. Ztschr. Stomatol.* 70 : 144-148, 1973.
- 9) Boillat, M.-A., Baud, C.A., Lagier, R., Donath, A., Dettwiler, W., Courvoisier, B. : Fluorose industrielle. *Schweiz. Med. Wschr.* 106 : 1842-1844, 1976.

- 10) Boillat, M.-A., Rouget, A., Curati, W., Dettwiler, W., Maillard, J.-M., May, P., Demeurisse, C. : Quelques aspects de la fluorose industrielle en Suisse. II. Radiologie et fluor osseux.
Arch. Mal. prof. 36, 412-420, 1975.
- 11) Carpenter, R.G., Nixon, J.M. : Letter : Mortality and natural fluoride content of drinking-water. Lancet 2 (7894) : 1450, 1974.
- 12) Cremer, H.-D., Büttner, W. : Absorption des fluorures.
In 20, P. 75-92.
- 13) Dettwiler, W. : Estimation de l'obésité. Contribution à l'étude des compartiments corporels : masse grasse et masse maigre. Sion, 1977 (à publier).
- 14) Dinman, B.D., Bovard, W.J., Bonney, T.B., Cohen, J.M., Colwell, M.O. : Prevention of bony fluorosis in aluminium smelter workers. Absorption and excretion of fluoride immediately after exposure. Pt. I.
J.O.M. 18 (1) : 7-13, 1976.
- 15) Donath, A., Courvoisier, B. : Détermination in vivo du minéral osseux. In : " Exploration morphologique et fonctionnelle du squelette " , Symposium CEMO, Editions Médecine et Hygiène, Genève, 1976.
- 16) Doolan, P.D., Alpen, E.L., Theil, G.B. : A clinical appraisal of the plasma concentration and endogenous clearance of creatinine.
Am. J. Med. 32 : 65-79, 1962.
- 17) Duffey, P.H., Tretbar, H.C., Jarkowski, T.L. : Giants cells in bone marrows of patients on high-dose fluoride treatment.
Ann. Intern. Med. 75 : 745-747, 1971.
- 18) " Editorial " : Fluoride toxicity. Lancet 2 : 889-890, 1973.

- 19) Edwards, O.M., Bayliss, R.I.S., Millen, S. : Urinary creatinine excretion as an index of the completeness of 24- hour urine collections. *Lancet* 2 (7631) : 1165-1166, 1969.
- 20) Ericsson, Y. (ed.) : Fluor et santé. OMS série de monographies No 59, Genève, 1972.
- 21) Ericsson, Y. : La distribution du fluor dans l'organisme selon le dosage et le temps écoulé depuis l'ingestion. *Médecine et Hygiène* 980 : 1530-1532, 1971.
- 22) Forsman, B. : Existe-t-il un danger d'absorption d'un taux excessif de fluor à partir de l'utilisation de solutions de rinçage ou de dentifrices fluorés ? *Médecine et Hygiène* 1164 : 1406-1408, 1975.
- 23) Francke, J., Auermann, E. : Die Bedeutung der Beckenkamm-punktion mit histologischer und microanalytischer Untersuchung des gewonnenen Knochenmaterials bei der Diagnostik der Fluorose. *Int. Arch. Arbeitsmed.* 29, 85-94, 1972.
- 24) Frascino, J.A. : Effect of inorganic fluoride on the renal concentrating mechanism. Possible nephro-toxicity in man. *J. Lab. Clin. Med.* 79 : 192-203, 1972.
- 25) Fuchs, C., Dorn, D., Fuchs, C.A., Henning, H.-V., Mc Intosh, C., Scheler, F. : Fluoride determination in plasma by ion selective electrodes : a simplified method for the clinical laboratory. *Clin. Chim. Acta* 60 : 157-167, 1975.
- 26) Garber, K. : L'action du fluor sur le métabolisme végétal. *Médecine et Hygiène* 980 : 1556-1557, 1971.

- 27) Hickey, R.J., Clelland, R.C., Boyce, D. E., Bowers, E.J. :
Carboxyhaemoglobin : environmental and constitutional factors.
Lancet 1 (7897) : 40-41, 1975.
- 28) Hodge, H.C., Smith, F.A., Gedalia, I. : Excrétion des fluorures.
In : 20, Pl 143-165.
- 29) Husdan, H., Vogl, R., Oreopoulos, D., Gryfe, C., Rapoport, A. :
Serum ionic fluoride : normal range and relationship to age and sex.
Clin. Chem. 22 (11) : 1884-1888, 1976.
- 30) Jansen, I., Thomson, H.M. : Heart deaths and fluoridation.
Fluoride 7 : 52-57, 1974.
- 31) Kampmann, J., Siersbaek-Nielsen, K., Kristensen, M., Molholm Hansen, J. :
Rapid evaluation of creatinine clearance. Acta Med. Scand.
196 : 517-520, 1974.
- 32) Kinlen, L. : Cancer incidence in relation to fluoride level in water
supplies. Brit. Dent. J. 138 (6) : 221-224, 1975.
- 33) Kramer, L., Osis, D., Wiatrowski, E., Spencer, H. : Dietary fluoride
in different areas in the United States. Am. J. Clin.Nutr. 27,
590-594, 1974.
- 34) Kuo, H.C., Stamm, J.W. : The relationship of creatinine clearance
to serum fluoride concentration and urinary fluoride excretion in
man. Arch. Oral Biol. 20 (4) : 235-238, 1975.
- 35) Leone, N.C., Martin, A.E., Minoguchi, G., Schlesinger, E.R.,
Siddiqui, A.H. : Les fluorures et l'état de santé général.
In : 20, P. 287-339.

- 36) Manigand, G., Fillastre, J.-P., Milhaud, G., Verger, D., Deparis, M. : Fluorose osseuse associée à une néphropathie interstitielle chronique avec néphrocalcinose. *Ann. Med. Interne (Paris)* 122 : 191-198, 1971.
- 37) Manocha, S.L., Warner, H., Olkowski, Z.L. : Cytochemical response of kidney, liver and nervous system to fluoride ions in drinking water. *Histochem, J.* 7 (4) : 343-355, 1975.
- 38) McCann, H.G. : Determination of fluoride in mineralized tissues using the fluoride ion electrode. *Archs oral Biol.* 13 : 475-477, 1968.
- 39) Nixon, J.M., Carpenter, R.G. : Mortality in areas containing natural fluoride in their water supplies, taking account of socioenvironmental factors and water hardness. *Lancet* 2 (7888) : 1068-1071, 1974.
- 40) Okushi, I. : Changes of the heart muscle due to chronic fluorose. Part I. ECG and cardiac X -rays in inhabitants of a high fluoride zone. *Fluoride* 4 (4) : 194-198, 1971.
- 41) Panner, B.J., Freeman, R.B., Roth-Moyo, L.A., Markowitch, W. : Toxicity following methoxyflurane anesthesia. *J.A.M.A.* 214 (1) : 86-90, 1970.
- 42) Parkins, F.M., Tinanoff, N., Moutinho, M., Anstey, M.B., Waziri, M.H. : Relationships of human plasma fluoride and bone fluoride to age. *Calcif. Tissue Res.* 16 : 335-338, 1974.
- 43) Parsons, V., Choudhury, A.A., Wass, J.A.H., Vernon, A. : Renal excretion of fluoride in renal failure and after renal transplantation. *Br. Med. J.* 1 (5950) : 128-130, 1975.

- 44) Peters, G. : Fluor et fonctions rénales. Médecine et Hygiène 980 : 1534-1537, 1971.
- 45) Peters, G., Peters-Haefeli, L., Marthaler, T.M., Michod, J., Joël, M., Robert, A. : L'excrétion urinaire de fluorures chez des habitants du canton de Vaud ingérant uniquement du sel fluoré comparée à celle d'habitants de communes limitrophes ingérant du sel non-fluoré. Médecine sociale et préventive 20 : 263-271, 1975.
- 46) Quinche, J.-P. : La pollution des cultures arboricoles et viticoles du Valais par le fluor en 1970 et 1971. Revue suisse de viticulture, arboriculture et horticulture V (4) : 113-120, 1973.
- 47) Rouget, A. : Modifications radiologiques dans la fluorose industrielle. Thèse No 3407, Faculté de Médecine, Genève, 1974.
- 48) Rowe, J.W., Andres, R., Tobin, J.D., Norris, A.H., Schoc1, N.W. : The effect of age an creatinine clearance in men : a cross-sectional and longitudinal study. J. Gerontol. 31 : 155-163, 1976.
- 49) San Filippo, F.A., Battistone, G.C. : The fluoride content of a representative diet of the young adult male. Clin. Chim. Acta 31 : 453-457, 1971.
- 50) Schlegel, H.H. : Industrielle Skelettfluorose. Vorläufiger Bericht über 61 Fälle aus Aluminiumhütten. Méd. Soc. Prévent. 19 : 269-274, 1974.
- 51) Schlesinger, E.R. : L'action du fluor sur la santé en général. Médecine et Hygiène 980 : 1539, 1971.
- 52) Schmidt, C.W. : Nachbarschaftsfluorose. Dt. Gesundh.-Wesen 31 (36) : 1700-1703, 1976.

- 53) Schmidt, C.W. : Auftreten von Nachbarschaftsfluorose unter der Bevölkerung einer sächsischen Kleinstadt. Dt. Gesundh.-Wesen 31 (27) : 1271-1274, 1976.
- 54) Soriano, M. : Periostitis deformans due to wine fluorosis. Fluoride 1 (2) : 56-64, 1968.
- 55) Strubelt, O., Braun, F., Meyer, A. : Fluor : eine toxikologisch unerforschte Substanz? Med. Welt. 22 : 1105-1109, 1975.
- 56) Summers, J.L., Keitzer, W.A. : Effect of water fluoridation on urinary tract calculi. Ohio State Med. J. 71 (1) : 25-27, 1975.
- 57) Vischer, T.L. (ed.) : Fluoride in medicine. Hans Huber Publishers, Bern, 1970.
- 58) Waldbott, G.L., Cecilioni, V.A. : "Neighborhood" Fluorosis. Fluoride 2 (4) : 206-213, 1969.
- 59) Wespi, H.J., Bürgi, W. : Fluoridausscheidung im Urin unter Fluorprophylaxe. Zeitschrift für Präventivmedizin 14 : 291-292, 1969.
- 60) Wespi, H.J., Bürgi, W. : Salt-fluoridation and urinary fluoride excretion. Caries Res. 5 : 89-95, 1971.
- 61) Whitford, G.M., Pashley, D.H., Stringer, G.I. : Fluoride renal clearance : a pH-dependent event. Am. J. Physiol. 230 (2) : 527-532, 1976.
- 62) Zipkin, I. : Le rôle physiologique de faibles doses de fluor. Médecine et hygiène 980 : 1537-1538, 1971.

REMERCIEMENTS

=====

Ce travail n'aurait pas été possible sans la précieuse participation de nombreuses personnes. Nous témoignons plus particulièrement notre reconnaissance à :

Monsieur le Professeur A. Donath (Division de Médecine Nucléaire, Hôpital de Genève) dont la grande expérience dans le domaine de la minéralométrie nous a permis de réaliser nos courbes de densité osseuse.

Monsieur le Professeur C.-A. Baud (Département de Morphologie, Université de Genève) qui a effectué les dosages du fluor osseux.

Madame Dr W. Dettwiler qui organisa avec beaucoup de précision les nombreuses investigations dans les couvents de Gêronde et de Collombey, et y exécuta avec soin toutes les prises de sang.

Madame P. Indermuhle (Division de Médecine Nucléaire, Hôpital de Genève) qui réalisa avec compétence toutes les minéralométries.

Mademoiselle R. Busset (Laboratoire Central, Hôpital de Genève) qui effectua avec exactitude les déterminations de l'eau totale.

Monsieur le Docteur F. Joris (Institut Central des Hôpitaux Valaisans, Sion) qui dirigea avec compétence son équipe pour les dosages du fluor dans les urines, l'eau et le vin.

Monsieur L. Genoud, ingénieur chimiste (Service Cantonal de la protection de l'environnement, Sion), qui organisa avec beaucoup de précision tous les dosages du fluor dans l'air.

Nous tenons également à remercier particulièrement les religieuses des couvents de Gêronde et de Collombey qui nous ont toujours accueillis avec une très grande amabilité et qui nous ont gratifiés d'une collaboration totale pour nos investigations.

TABLE DES MATIERES

=====

	PAGES
I INTRODUCTION.	6
II COLLECTIFS, PLAN D'INVESTIGATION ET METHODES.	14
III RESULTATS:	21
1 - Examen clinique.	
2 - Examens de laboratoire.	
3 - Examen radiologique.	
4 - Minéralométrie.	
5 - Fluoruries.	
6 - Fluor dans l'eau.	
7 - Fluor dans l'air.	
8 - Enquête alimentaire.	
IV DISCUSSION.	49
V CONCLUSION.	65
VI RESUME.	66
VII BIBLIOGRAPHIE.	69
REMERCIEMENTS.	76
TABLE DES MATIERES.	77

